

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства

Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология сборки и сварки рамы для коммерческих систем ультрафильтрации
УДК 621.791.75.01:622.691.4-049.32

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Моллер Даниил Алексеевич		03.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А. А.	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А. А.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства	Першина А.А.	К.Т.Н.		

Планируемые результаты обучения

	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, приборостроении и др. областях, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской

	деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий производств.
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества сварных швов и сварных конструкций
P10	Способность осваивать вводимое новое сварочное оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ 06.02.2020 Першина А.А.
 (Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Моллеру Даниилу Алексеевичу

Тема работы:

Технология сборки и сварки рамы для коммерческих систем ультрафильтрации	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.01.2020 №9-31/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Разработка технологии дуговой сварки рамной конструкции из стали 2кп Эскиз конструкции рамы для систем ультрафильтрации Тип производства – серийный
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Обзорная часть 2. Разработка технологии сборки и сварки конструкции 3. Технологии сборки и сварки 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	План раскрытия заготовок Конструктивные элементы кромок Сборка конструкции Конструктивные элементы шва Схема выполнения сварных швов
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
1-3 пп.	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Трубченко Т.Г., к.э.н., доцент ОСГН ШБИП
5. Социальная ответственность	Гуляев М.В., старший преподаватель ООД ШБИП

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.02.2020
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А.А.	к.т.н.		05.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Моллер Д. А.		05.02.2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства

Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

Уровень образования высшее

Период выполнения весенний семестр 2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2020	1. Обзорная часть	10
28.02.2020	2. Разработка технологии сборки и сварки конструкции 2.1 Описание сварной конструкции 2.2 Выбор материала для изготовления сварной конструкции	10
15.03.2020	2.3 Выбор способа сварки 2.4 Выбор сварочных материалов	10
30.03.2020	2.5 Расчет параметров режима сварки 2.6 Расчет химического состава шва	10
05.04.2020	2.7 Определение расхода сварочных материалов 2.8 Выбор сварочного оборудования	10
20.04.2020	3 Технологии сборки и сварки 3.1 Заготовительные операции 3.2 Сборочные операции 3.3 Сварочные операции	10
05.05.2020	3.4 Деформации и напряжения при сварке и методы борьбы с ними 3.5 Техника безопасности при проведении сварочных работ 3.6 Контроль качества сварных соединений	10
15.05.2020	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
29.05.2020	5. Социальная ответственность	10
01.06.2020	6. Заключение	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н. доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А. А.	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 108 листов, 3 рисунка, 20 табл., 36 источника, 2 приложения.

Ключевые слова: сущность дуговой механизированной сварки в среде защитных газов, сталь 2кп, технология сборки и сварки, режимы сварки.

Работа актуальна для многих отраслей, где используются системы водоочистки.

Объектом исследования является процесс дуговой механизированной сварки в среде углекислого газа стали 2кп.

Цель работы - разработать технологию сборки и сварки рамы для коммерческих систем ультрафильтрации.

Работа представлена ведением, пятью разделами и заключением, приведен список использованных источников и приложения.

В 1 разделе «Обзорная часть» описаны рамные конструкции и системы ультрафильтрации.

Во 2 разделе «Разработка технологии сборки и сварки рамной конструкции» определены способ сварки, сварочные материалы и оборудование, рассчитаны режимы сварки.

В 3 разделе «Технология сборки и сварки» описан порядок сборки и сварки конструкции, меры по борьбе со сварочными напряжениями и деформациями, техника безопасности и контроль качества сварных соединений.

В 4 и 5 разделах «Финансовый менеджмент» и «Социальная ответственность» представлены экономические расчёты, актуальность выбранного способа сварки и меры по безопасности на рабочем месте.

В заключении изложены выводы по проделанной работе.

Определения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

Дуговая сварка в защитных газах — дуговая сварка с использованием газов для защиты места сварки от влияния атмосферных газов.

Рама — двух- или трёхмерная конструкция, содержащая жесткие связи между элементами.

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 23118-2012. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия.

2. СТО 70238424.27.100.013-2009. Водоподготовительные установки и водно-химический режим ТЭС. Условия создания. Нормы и требования

3. СП 28.13330.2012. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.

4. ГОСТ 23616-79 (СТ СЭВ 4243-83). Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности

5. ГОСТ 5264-80 – Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

6. ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

7. ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия

8. ГОСТ Р МЭК 60974-1-2012. Оборудование для дуговой сварки. Часть

1. Источники сварочного тока

9. ГОСТ 13663-86. Трубы стальные профильные. Технические требования

10. ГОСТ 8639-82. Трубы стальные квадратные. Сортамент

11. РД 34.15.132-96. Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов

12. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. |

13. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация.

14. ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.

15. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

16. ГОСТ 12.4.254-2013. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах. Общие технические условия.

17. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" (с изменениями на 15 марта 2010 года).

18. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

19. СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.

20. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.

21. СанПиН 2.2.2.540-96. Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ.

22. ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).

23. ГОСТ 12.1.035–81. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование для дуговой и контактной электросварки. Допустимые уровни шума и методы измерений.

24. СНиП 23-05-2010 «Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1)»

25. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

26. Постановление Администрации г. Томска от 11.11.2009 №1110 (с изменениями от 24.12. 2014)

27. Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 №681

28. ГОСТ 12.3.003-86. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования безопасности (с Изменением N 1).

29. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.

30. ГН 2.2.5.2308-07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

31. ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

- $I_{св}$ – величина сварочного тока;
- U_d – напряжение на дуге;
- $d_{эл}$ – диаметр электродной проволоки (электрода);
- $v_{св}$ – скорость сварки;
- H – глубина провара стыкового шва;
- e – ширина стыкового шва;
- g – высота валика стыкового шва.

Оглавление

Введение	14
1 Обзорная часть	15
1.1 Станции ультрафильтрации: сферы применения	15
1.2 Стальные конструкции. Сварные рамы.....	17
2 Разработка технологии сборки и сварки рамной конструкции	22
2.1 Описание сварной конструкции	22
2.2 Выбор материала для изготовления сварной конструкции.....	23
2.3 Выбор способа сварки.....	24
2.3.1 Ручная дуговая сварка плавящимся электродом.....	25
2.3.2 Механизированная сварка в среде защитных газов.....	29
2.4 Выбор сварочных материалов	33
2.5 Расчет параметров режима сварки	34
2.6 Расчёт химического состава шва	41
2.7 Определение расхода сварочных материалов.....	43
2.8. Выбор сварочного оборудования	43
3 Технология сборки и сварки	48
3.1 Заготовительные операции	48
3.2 Сборочные операции.....	50
3.3 Сварочные операции	51
3.4 Деформации и напряжения при сварке и меры борьбы с ними	51
3.5 Техника безопасности при проведении сварочных работ.....	53
3.6 Контроль качества сварных соединений.....	54
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	57
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	57
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	57
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений	58
4.1.3 SWOT – анализ	59

4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	60
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	60
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	61
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	62
4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	66
4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	66
4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	67
4.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей ..	68
4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)69	
4.3.5 Накладные расходы	70
4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	70
4.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	71
4.5 Выводы по разделу	73
5 Социальная ответственность	77
5.1 Введение	77
5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	78
5.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны сварщика	79
5.4 Производственная безопасность.....	80
5.5 Обоснование мероприятий по защите работника от действия опасных и вредных факторов	88
5.6 Экологическая безопасность.....	89
5.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	90
5.8 Вывод по разделу.....	93
Заключение	95
Список используемых источников.....	96
Приложение А	99
Приложение Б.....	104

Введение

Для очистки воды широкое применение получили различные системы ультрафильтрации. Установки ультрафильтрации представляют собой систему из фильтра предварительной механической очистки; ультрафильтрационного модуля; системы обратной промывки модуля ультрафильтрации; шкафа управления установкой с контроллером; запорно-регулирующей арматуры; приборов КИПиА; блока предварительной очистки воды; ёмкость для очищенной воды; насоса; станции дозирования реагентов.

Для удобного и надёжного крепления всей водоочистительной системы используются сварные рамы различных конструкций. Для точной установки всей системы требуется соблюдать технологию сборки и сварки пространственных рам, которая обеспечивает отсутствие сварочных деформаций и сохранение геометрических параметров сварной конструкции.

В настоящее время существует большое количество предприятий, занимающихся очисткой воды. В целях конкурентного преимущества каждая организация предлагает свои конструкции установок ультрафильтрации, и, следовательно, сварных рам.

В связи с этим возникает необходимость разработки технологии сборки и сварки рамы: выбора способа сварки, сварочных материалов, расчета параметров режима сварки и назначения последовательности и содержания сборочно-сварочных операций.

Поэтому целью данной работы является разработка технологии сборки и сварки рамы для коммерческих систем ультрафильтрации.

1 Обзорная часть

1.1 Станции ультрафильтрации: сферы применения

Системы ультрафильтрации регламентируются СТО 70238424.27.100.013-2009 «Водоподготовительные установки и водно-химический режим ТЭС. Условия создания. Нормы и требования» [2]. Согласно этому стандарту, установка ультрафильтрации должна включать: насосный блок, раму в комплекте с мембранными элементами, комплект трубопроводной обвязки и арматуры, комплект средств КИП и А (включая кабели), блок промывки мембранных элементов, комплект дозирующего оборудования (в случае применения реагентов), контроллер.

Ультрафильтрацией воды называется процесс мембранного разделения, а также концентрирования растворов, который заключается в пропускании воды через мембрану с размером пор 0,002–0,1 мкм под определенным давлением. Системы ультрафильтрации воды позволяют ликвидировать взвешенные частицы больше 0,01 мкм (коллоидные примеси, бактерии, вирусы, органические макромолекулы), из водных жидкостей муниципальных и локальных водопроводов.

Вода, проходя через мембраны под давление, подвергается:

- обесцвечиванию;
- очистке от железа;
- фильтрации от органических и вредных примесей.

Ультрафильтрация – метод, при котором вода проходит под давлением через специальные фильтры, способные пропускать только некоторый компоненты. Из-за разных молекулярных масс компонентов, а также разных давлений по двум сторонам мембраны, вода очищается от лишних включений.

Вещества, которые не должны содержаться в очищенной воде, задерживаются в фильтре и не проходят дальше. Данные установки ультрафильтрации служат для улучшения качества воды перед обессоливанием.

Такая технология возникла в конце 1990-х годов. Она нашла своё применение в множестве отраслей: пищевой, химической, микробиологической, текстильной, фармацевтической, металлургической, нефтехимической и множество других.

Также данные системы применяют для очищения сточных вод, что позволяет предприятиям наладить систему водоснабжения.

Применимость ультрафильтрационных систем намного шире, чем систем обратного осмоса и фильтров удаления железа, ведь ультрафильтрация позволяет решить вопрос фракционирования (селективного удаления частиц).

При проверке воды систему ультрафильтрации используют в тех случаях, когда молекулярная масса хотя бы одного составляющего компонента смеси имеет значение от 500 и более. Наряду с системами обратного осмоса принцип действия ультрафильтрации основан на разности давлений. Процесс ультрафильтрации протекает при давлении 0,1–1 МПа. Можно также воспользоваться системой умягчения воды – она позволяет добиться наилучшего состава данной жидкости.

Преимущества и недостатки ультрафильтрации:

К числу недостатков системы ультрафильтрации воды относят: небольшой технологический диапазон, поскольку проведение процедуры возможно только при доскональном соблюдении всех условий (давления, температуры, состава растворителя и т. д.); невозможность продолжительного использования мембран (1–3 года) из-за образования осадков на поверхности, а также в самих порах, препятствующей дальнейшему фильтрованию в результате чего мембраны засоряются.

К преимуществам относят:

- низкая себестоимость фильтрованной воды;
- низкие расходы на потребление воды;
- высокая степень очистки;
- сокращение потребления электроэнергии;
- долговременная работа мембран;

- высокая автоматизация процесса;
- низкая стоимость оборудования.

Системы ультрафильтрации позволяют добиться лучшего качества воды по следующим показателям: мутность, цветность и окисляемость за счёт обезжелезивания. Вода сохраняет свои полезные элементы в своём составе после очистки и сразу пригодна для употребления. Сами установки имеют малый габариты, они компактны и не нуждаются в сложном обслуживании, также пригодны к очистке воды из поверхностных источников.

1.2 Стальные конструкции. Сварные рамы

Все сварные стальные конструкции регламентируются ГОСТ 23118-2012. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия. Согласно настоящему стандарту, Конструкции должны быть изготовлены в соответствии с требованиями настоящего стандарта, стандартов или технических условий на изделия (конструкции) конкретных видов, типов и марок по рабочей документации, утвержденной разработчиком и принятой к производству предприятием-изготовителем. Рабочая документация на конструкции должна разрабатываться в соответствии с действующими нормативными документами в этой области. Технология производства должна регламентироваться технологической документацией, утвержденной в установленном на предприятии-изготовителе порядке.

Конструкции должны удовлетворять установленным при проектировании требованиям по несущей способности и жесткости, а в случаях, предусмотренных стандартами, выдерживать контрольные нагрузки при испытаниях.

При отсутствии требований по испытаниям конструкций нагружением их несущая способность и жесткость должны обеспечиваться установленными требованиями к сталям, прочностным характеристикам и геометрическим параметрам конструкций, конструктивным элементам, сварным, болтовым и

другим соединениям, а также при необходимости к другим элементам и деталям конструкций в зависимости от характера и условий их работы.

Конструкции должны быть защищены от коррозии способами, приведенными в рабочей документации, в соответствии с СП 28.13330.2012 "СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии" [4].

Сварка стальных конструкций должна выполняться по разработанному технологическому процессу, оформленному в виде типовых или специальных технологических инструкций, или по проекту производства сварочных работ.

Отклонение размеров швов сварных соединений от проектных не должно превышать значений, указанных ГОСТ 14771-76 [11]. Размеры углового шва должны обеспечивать его рабочее сечение, определяемое проектным значением катета с учетом предельно допустимого значения зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов превышение указанного зазора должно быть компенсировано увеличением катета шва.

Швы сварных соединений и конструкции по окончании сварки должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления и выводные планки надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки зачищать до основного металла с удалением всех дефектов.

Около шва сварного соединения должно быть проставлено личное клеймо сварщика, выполнившего этот шов. Клеймо сварщика проставляется на расстоянии не менее 40 мм от границы шва, если нет других указаний в рабочей или технологической документации. При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается проводить маркировку в целом; при этом клеймо сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной марки. Допускается маркировку швов проводить на исполнительных схемах.

Чтобы обеспечить компактность установки и удобность её размещения, системы ультрафильтрации помещают на специальных сварных конструкциях – рамах.

Рама – объёмная конструкция, служащая для соединения разных деталей и механизмов в единый комплекс. Главными критериями качества рамы является жёсткость и прочность конструкции, а также рациональное размещение изделия. Чтобы обеспечить эти качества, все детали рамы жёстко соединяют друг с другом.

Рамы нашли своё применение в множестве отраслей, но в основном – в машиностроительной сфере. Рама является несущей конструкцией станков, вагонов, крановых тележек, автобусов, прицепов, фундаментов, кузнечно-прессовых и прокатных машин, автомобилей, тракторов, в металлические конструкции зданий и др. Поскольку все транспортные средства в процессе эксплуатации испытывают динамическую нагрузку, следовательно, несущая конструкция должна обладать высокой усталостной прочностью, что достигается только при выполнении высококачественного сварного соединения.

Существует большое разнообразие рамных конструкции, поэтому и методы их получения различны. Так, в тяжёлом машиностроении балочными заготовками для рам клеток прокатных станов, являются габаритные стальные отливки, они собираются, а затем свариваются между собой, а в рамах тележек поездов часто используются стальные отливки с достаточно тонкими стенками для наиболее сложных элементов. Такие рамы испытывают большие динамические нагрузки, поэтому технология сварки и сборки должна обеспечивать наименьшую концентрацию напряжений.

В зависимость от типа серийности производства и числа одинаковых изделий, оснастка для сборки и сварки может быть специализированной, либо переналаживаемой.

При разработке технологии изготовления рамных конструкций, одним из ключевых параметров является последовательность сборки и варки изделия. В некоторых случаях, целесообразно сваривать конструкции по отдельным узлам.

Для того, что производить поузловую сборку и сварку, необходимы специальные приспособления, которые обладают различными зажимными и установочными элементами и механизмами.

К разным конструкция предъявляются разные технические условия по механической обработке и точности сборки и могут быть очень высокими.

В процессе производства на предприятиях и в строительных организациях следует выполнять входной, операционный и приемочный контроль точности. Контроль точности регламентируется ГОСТ 23616-79 (СТ СЭВ 4243-83) «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности» [5].

Контроль точности геометрических параметров является обязательной составной частью контроля качества и производится посредством сопоставления действительных значений параметров или характеристик точности с установленными.

Контроль точности должен обеспечивать:

- определение с заданной вероятностью соответствия точности геометрических параметров требованиям нормативно-технической, технологической и проектной документации на объекты контроля;
- получение необходимой информации для оценки и регулирования точности технологических процессов.

Контролю точности подлежат:

- геометрические параметры элементов и параметры, определяющие положение ориентиров разбивочных осей и ориентиров для установки элементов, а также положение элементов в конструкциях;
- геометрические параметры технологического оборудования, форм и оснастки, оказывающие влияние на точность изготовления элементов и их установки в конструкциях и указанные в соответствующих технологических документах.

Правила контроля точности устанавливаются в зависимости от характера объекта контроля и контролируемых параметров, объемов производства и стабильности технологических процессов с учетом стоимости и требуемой надежности контроля.

На предприятиях и в строительных организациях следует разрабатывать стандарты предприятия, карты и ведомости контроля и другие технологические документы на процессы и операции контроля, определяющие для конкретных объектов контроля размещение постов контроля по технологическому процессу, исполнителей, объем и содержание работ по контролю, методики и схемы измерений, правила сбора, обработки и использования информации о результатах контроля.

Нормативно-технические и технологические документы, устанавливающие правила контроля точности, должны проходить метрологическую экспертизу в соответствии с требованиями стандартов Государственной системы обеспечения единства измерений.

2 Разработка технологии сборки и сварки рамной конструкции

2.1 Описание сварной конструкции

На рисунке 1 представлена конструкция рамы для коммерческих систем ультрафильтрации.

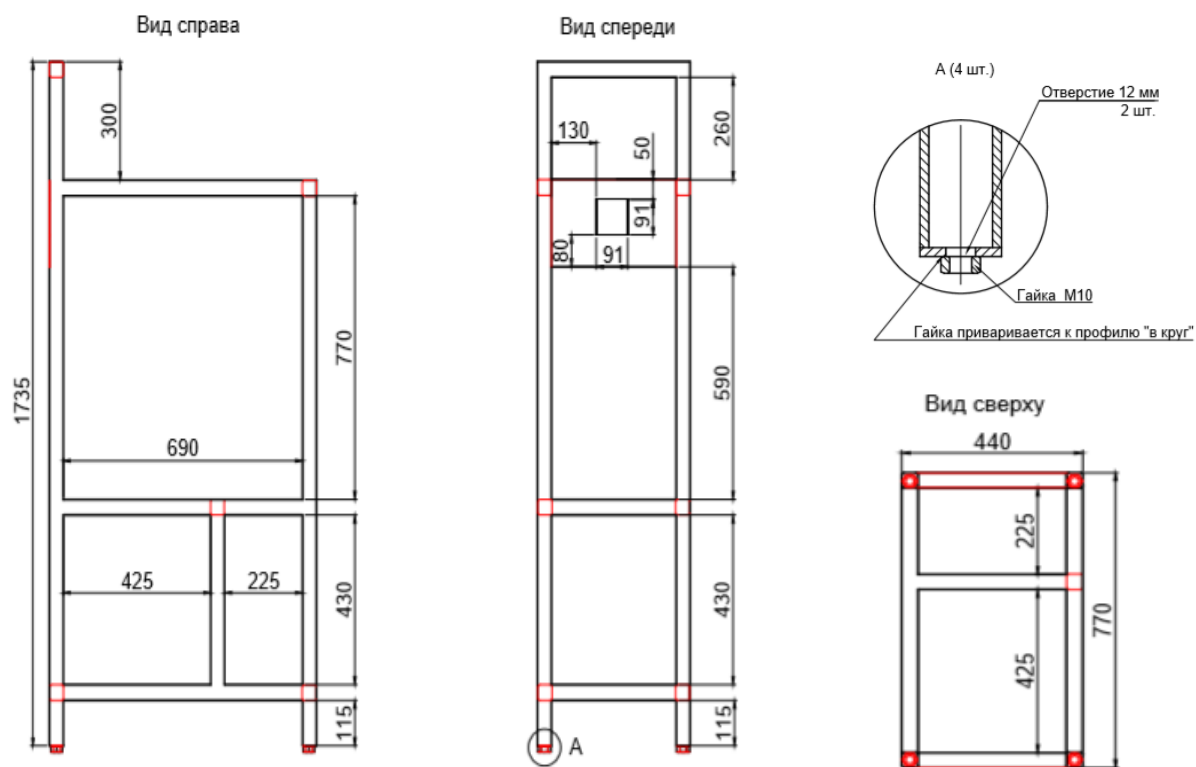


Рисунок 1 – Геометрические параметры

Рама служит для придания устойчивости и компактного размещения систем водоочистки, поэтому требования по жёсткости и прочности у данной конструкции являются не главными. Самым важным функционалом, которым должна обладать конструкция – это удобное размещение систем водоочистки и придание ей устойчивого состояния с сохранением габаритных размеров конструкции после сварки.

2.2 Выбор материала для изготовления сварной конструкции

Рассматриваемая система ультрафильтрации эксплуатируется в закрытом помещении при температуре свыше 20°C и относительной влажности не более 40%. Рама не воспринимает серьезных нагрузок. В связи с этим оптимально будет выбрать конструкционную сталь марки Ст2кп, недорогостоящую и обладающую необходимыми механическими свойствами.

Ст2кп - Сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества. Применяется для неответственных деталей, требующие повышенной пластичности или глубокой вытяжки; малонагруженные элементы сварных конструкций, работающие при постоянных нагрузках и при положительных температурах. Химические и механические свойства материала представлены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 - Химический состав в % материала Ст2кп

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
не более									
0.09-0.15.	0.05	0.25-0.5	0.3	0.05	0.04	0.3	0.008	0.3	0.08

Таблица 2 - Механические свойства материала Ст2кп

σ_B МПа	$\sigma_{0,2}$ МПа	δ %	HB 10^{-1} МПа	ρ кг/м ³
325	216	25	116	7850

В нашем случае рама служит для придания устойчивости и компактного размещения систем водоочистки, поэтому требования по жёсткости и прочности у данной конструкции являются не главными. Самым важным функционалом, которым должна обладать наша конструкция – это удобное размещение систем

водоочистки и придание ей устойчивого состояния с сохранением габаритных размеров конструкции после сварки.

Чтобы сварить такую конструкцию, нужно разработать технологию по сварке и сборки данной рамы. Нужно учитывать из какого металлопроката будет производиться сборка и сварка, какой химический состав у металла. Также нужно задать режимы и параметры сварки, подобрать нужные сварочные материалы и оборудование.

По проекту наша конструкция сваривается из профильной трубы. Профильная труба имеет множество преимуществ по сравнению с трубами стандартной круглой формы:

- Невысокая стоимость. Полая металлическая труба квадратного сечения по стоимости меньше, чем аналоги, изготовленные из дерева, и способна прослужить более длительный срок;
- Простота установки. Благодаря своим качествам трубу легко можно согнуть. Малый вес изделий облегчает процесс транспортировки и самостоятельного монтажа;
- Высокая устойчивость к повреждениям. Профильные трубы не поддаются механическому воздействию. От коррозии трубы защищаются специальным покрытием;
- Устойчивость к перепадам температурного режима. Труба не деформируется как при малых, так и при высоких температурах воздуха;
- Надежность. Благодаря ребрам жесткости профильная труба может выдерживать достаточно большие нагрузки, причем в течение длительного периода времени.

2.3 Выбор способа сварки

Первоочередной задачей при разработке технологии сварки стоит выбор способа сварки. В данном проекте нужно произвести сварку стали Ст2кп толщиной 2 мм. Для такой толщины подходит несколько способов сварки:

- ручная дуговая сварка плавящимся электродом
- ручная дуговая сварка неплавящимся электродом
- механизированная сварка в среде защитных газов

Ручную дуговую сварку неплавящимся электродом можно сразу исключить, так как это очень дорогостоящий и долгий процесс, а в условиях серийного производства эти параметры являются ключевыми. Поэтому нужно выбирать из двух оставшихся способов.

2.3.1 Ручная дуговая сварка плавящимся электродом

Ручная дуговая сварка ММА (ММА — общепринятое международное название) — это процесс формирования сварочного соединения с помощью электрической дуги. Дуга зажигается между электродом и поверхностью металла, горит стабильно и формирует ровный шов. Электроды для РДС изготавливаются из металлической проволоки и имеют специальное покрытие, защищающее сварочную зону от негативного влияния кислорода. В работе используются электроды, длиной до 45 сантиметров.

Впервые электросварка была изобретена Бенардосом Н. Н. в 1882 году. Изобретение было запатентовано в крупнейших странах мира. Вскоре учёным была разработана сварка электрической дугой в среде защитных газов и контактная сварка. Через несколько лет, в 1888 году была изобретена сварка плавящимся электродом учёным Славяновым Н. Г.

При РДС дуга зажигается касанием электрода о металлическое изделие, сварщик поддерживает длину дуги рукой на определённом расстоянии и перемещает электрод в направлении сварного шва. При контакте электрода с металлом изделия происходит короткое замыкание тока, и электрод нагревается до огромной температуры, тем самым зажигая дугу и обеспечивается перенос металла электрода в сварочную ванну. При РДС применяют переменный, постоянный ток прямой и обратной полярности и трёхфазный ток. Для этого способа сварки применимы все пространственные положения сварки.

Для РДС плавящимся электродом используют электроды с различным покрытием. Оно может быть кислым, рутиловым, основным, целлюлозным или комбинированным. Стержни электродов изготавливают из металлической проволоки.

Защитное покрытие электродов служит для обеспечения требуемого качества сварки, и электроды должны отвечать специальным требованиям.

Суть процесса РДС заключается в следующем: электрическая дуга загорается между электродом и свариваемым металлом. Электрическая дуга расплавляет электродный стержень, и свариваемый металл. В результате этого, в жидком состоянии формируется металлическая сварочная ванна. Поток расплавленного металла из плавящегося электрода перетекает в жидкую ванну.

Расплавленный металл и расплавленный шлак вместе образуют сварочную ванну. По мере удаления электрической дуги, расплавленный металл в жидкой ванне остывает и твердеет, формируя сварной шов (поз.6). Расплавленный шлак также твердеет и остаётся на поверхности шва в виде корки, которую, впоследствии зачищают.

Для того, чтобы выбрать нужные электроды, нужно учитывать следующие факторы: необходимое пространственное положение сварки (нижнее, горизонтальное, вертикальное и потолочное) и нужные свойства сварного шва.

Для придания сварным швам нужного качества, сварочные электроды покрываются специальными покрытиями. Они обеспечивают более устойчивое горение дуги, защищают зону сварки от вредных влияний атмосферных газов.

Электродное покрытие содержит в себе различные раскислители, которые предотвращают сварочные загрязнения, улучшают стабильность горения дуги, а легирующие элементы, входящие в состав покрытия, улучшают качество сварки и качество сварных швов.

Перед сваркой нужно выбрать нужный электрод. Состав стержня электрода и основного металла изделия должны быть одинаковыми или иметь небольшие различия

Для сварки электроды выбирают так, чтобы состав стержня электрода был схож или одинаковый с металлом основного материала.

В состав электродных покрытий может входить разнообразное число компонентов. Например, рутил, целлюлоза, железный порошок, фторид кальция и другие.

Электроды, с рутиловым покрытием просты в использовании и способны сваривать швы с хорошим внешним видом, но в их составе большое количество водорода, что приводит к охрупчиванию сварного шва.

Покрытия, содержащие фторид кальция образуют прочные сварные швы, но с внешним видом намного хуже, чем при рутиловом покрытии. Такие электроды способны поглощать влагу из воздуха, поэтому их стоит хранить в сухом месте без доступа влаги.

Покрытия, содержащие целлюлозу, способны глубоко проплавливать основной металл, но нужно предпринимать меры по предотвращению появления трещин в сварочном шве.

Типы покрытий электродов для РДС обозначают следующими международными сокращениями:

- А - кислое; RA - рутилово-кислое;
- В - основное; RB - рутилоосновное;
- С - Целлюлозное; RC - рутилцеллюлозное;
- R - рутиловое;
- S - другое.

В российском обозначении есть существенные отличия. Электроды для РДС и наплавки обозначаются индексом Э. Дальше ставятся индексы из цифр, которые обозначают предел прочности при растяжении в кгс/мм². Индекс А в конце означает, что данные электроды имеют более высокие свойства пластичности и ударной вязкости.

Все электроды регламентируются следующими государственными стандартами:

- ГОСТ 9466-75 "Электроды покрытые для ручной дуговой сварки и наплавки. Классификация и общие технические условия";
- ГОСТ 9467-75 "Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей";
- ГОСТ 10052-75 "Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами";
- ГОСТ 10051-75 "Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами".

Для ручной дуговой сварки плавящимся электродом применяют следующие разновидности источников тока:

- Трансформаторы;
- Выпрямители;
- Инверторы.

Главная трудность при сварке тонкого металла, (толщина которого не превышает 2-3мм) ручной дуговой сваркой заключается в появлении прожогов с большой вероятностью. Поэтому, при сварке тонколистового металла необходимо придерживаться специальной техники ручной дуговой сварки.

Для исключения прожогов часто выполняются следующие технологические приёмы, кроме вышерассмотренных: - в сварочную цепь включают осциллятор, который необходим для устойчивого горения электрической дуги. Также применение осциллятора рекомендуется в том случае, когда выполняется сварка тонких листов металла к толстому листу.

Основные преимущества технологии перед другими видами сварки заключаются в следующем:

- сварка в труднодоступных местах;
- любое пространственное положение;
- сварка большого вида материалов, из-за разнообразия электродов;
- небольшая стоимость сварочного оборудования.

Но также РДС обладает рядом недостатков:

- низкая производительность производительность;
- вредное влияние на здоровье;
- качество сварки зависит от квалификации сварщика;
- магнитное дутьё;
- требуется зачистка от шлака и грязи каждого шва.

2.3.2 Механизированная сварка в среде защитных газов

Механизированная сварка в среде защитных газов — дуговая сварка с использованием разных газов и их смесей для защиты сварочной дуги и ванны от вредного влияния атмосферных газов.

При данном способе сварки, защитный газ подаётся в сварочную зону и изолирует и защищает её от негативного влияния газов, которые содержатся в воздухе, препятствуя их взаимодействию. Затем, дуга нагревает и расплавляет основной и электродный металл, образуя сварочную ванну. После остывания металла, образуется сварочный шов.

Для механизированной сварки в среде защитных газов применяют инертные, активные газы и их смеси.

Основными инертными газами в сварочном процессе являются аргон и гелий, активными — углекислый газ, водород, кислород и азот, и газовые смеси на их основе. например, аргон + гелий, аргон + углекислый газ, аргон + кислород и другие.

Активные газы применяют для того, чтобы придать соединению нужные качества. Смеси газов используют для устойчивого горения дуги, улучшение вида и формы сварного шва, а также для уменьшения разбрызгивания металла.

Для разработки проекта по сварке рамы, будет использоваться углекислый газ (CO_2), потому что этот он является самым экономичным и подходит для сварки нашего материала.

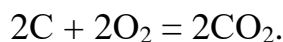
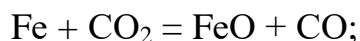
Первый, кто разработал механизированный способ сварки в среде углекислого газа, был советские учёные Любавский К. В. И Новожилов Н. М. Из-за большого процента производительности, универсальности метода и дешевизны углекислого газа, данный способ обрёл большую популярность в промышленности и в быту.

Сущность сварки в среде защитных газов:

Углекислый газ, который подаются в зону сварки, под влиянием большой температуры сварочной дуги, распадается на две составляющие – кислород и угарный газ:

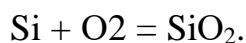
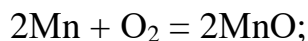
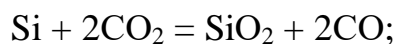
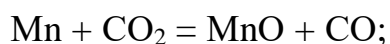


После распада в зоне сварки получается газовая смесь из трёх компонентов – кислород, угарный и углекислый газ. Данная смесь активно защищает зону сварки и взаимодействует с основным металлом, а именно с железом и углеродом:



Для того, чтобы убрать окислительное влияние CO_2 , в сварочную проволоку добавляют избыток марганца и кремния. Они более активны, чем железо, поэтому, сначала они вступают в реакцию с углекислым газом.

Чтобы обезвредить действие углекислого газа на основной металл, в сварочную проволоку вводят избыточный кремний и марганец. Эти элементы более активны, чем железо, поэтому, сначала они вступают в реакцию с углекислым газом:



Железо не окисляется углеродом, пока в зоне сварки существуют более активные марганец и кремний в свободном состоянии.

Если соотношения марганца и кремния лежит в пределах от 1,5 до 2, то обеспечивается хорошее качество сварного соединения.

Получившиеся соединения марганца и кремния не остаются в сварочной ванне, они вступают в реакцию друг с другом. Образовавшиеся соединения легкоплавкие, и быстро выходят на поверхность жидкого металла в виде шлака.

Особенности сварки в среде углекислого газа:

Для обеспечения метода механизированной сварки в среде углекислого газа, используют постоянный ток обратной полярности, потому что при использовании прямой полярности понижается устойчивость горения дуги, в следствии чего, образуются сварочные дефекты, и повышается угар и разбрызгивание. Для данного метода необходимо выбирать источники сварочного тока с жёсткой характеристикой

При необходимости можно производить сварку на переменном токе. Но чтобы это осуществить, нужно добавить осциллятор в сварочную цепь.

Если сварка осуществляется данным методом, то кромки можно не обрабатывать, если толщина свариваемого материала лежит в пределах от 1 до 8 мм и зазор при этом должен быть не более 1 мм. При сварке более толстого металла, до 12 мм, рекомендуется выполнять V-образную разделку кромок. Если толщина превышает 12 мм, то следует осуществлять X-образную разделку кромок.

Для того, чтобы приступить к процессу сварки, следует зачистить подготовленные кромки от загрязнений. Это можно осуществить различными инструментами, вручную.

Сварочные материалы.

Для данного метода наиболее часто используют сварочную проволоку с повышенным содержанием марганца и кремния, так как они не вступают в реакции с основным металлом и нейтрализуют окислительное действие углекислого газа, а затем выходят в виде шлака на поверхность жидкого металла.

Не допускаются загрязнения на проволоке, так как они понижают устойчивость горения дуги.

Оборудование.

Чтобы успешно осуществить метод механизированной сварки в среде углекислого газа, необходимо следующее оборудование: сварочная аппаратура (источник питания, сварочная горелка), газовая аппаратура (шланги, редукторы, газовые баллоны).

Механизированная сварка в среде защитных газов обладает следующими преимуществами:

- отличное качество соединений и высокий КПД;
- возможность сваривания металлов разной толщины;
- небольшая ЗТВ;
- нет необходимости удалять флюс или шлак, зачищать швы;
- не нужно зачищать швы при многослойной сварке;
- легкий визуальный контроль сварочного процесса.

Недостатки:

- Затруднена сварка в труднодоступных местах из-за громоздкого оборудования;
- Дороговизна оборудования;
- Требуется постоянно обновлять газ в баллонах;

Теперь, когда мы познакомились поближе с двумя способами сварки, нужно сделать выбор в пользу одного. Обращаясь в ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка» и ГОСТ 14771-76 «Дуговая сварка в защитном газе», видно, что оба вида сварки подходят под толщину свариваемого металла. Значит, нужно делать выбор в пользу экономичности и производительности.

Ручная дуговая сварка покрытым электродом обладает только одним нужным нам качеством – это её дешевизна, но она абсолютно не производительна для крупносерийного производства, ибо нам нужно выпускать 20 сборочных единиц в месяц. Поэтому этот способ не позволит добиться

нужных показателей производительности, и, следовательно, он нам не подходит.

Механизированная сварка в среде защитных газов, а именно в срезе CO₂, требует первоначальных финансовых вложений на оборудование, которое намного дороже оборудования для ручной дуговой сварки. Но, так как у нас производство серийное, то, в конечном итоге, эти вложения окупятся. И дальнейшие траты будут только на газ и сварочные материалы.

Также это вид сварки очень производителен и не так зависим от квалификации сварщика. Швы не нужно зачищать от шлака и сам процесс происходит намного быстрее. Поэтому данный метод является предпочтительным для нашего производства.

2.4 Выбор сварочных материалов

Теперь, когда мы определились со способом сварки, нужно подобрать сварочные материалы. Для механизированного способа сварки применяется сварочная проволока.

Сварочная проволока должна полностью или почти полностью соответствовать химическому составу основного металла. Так как мы выбрали в качестве основного металла сталь Ст2кп, то и проволока должна быть из низкоуглеродистой стали.

Сварочная проволока ГОСТ 2246-70 - проволока для сварки и наплавки. Непосредственно сварочная проволока используется как присадочный материал не только при ручной и полуавтоматической электросварке, но также и при электросварке автоматического типа. Так, по своей структуре, а также используемому материалу сварочная проволока бывает алюминиевой, нержавеющей, порошковой, омедненной, а также обычной, без какого-либо покрытия.

Для соединения низкоуглеродистых и низколегированных сталей используют омедненную сварочную проволоку. Процесс ведут в среде защитных

газов (углекислота). Благодаря медному покрытию шов получается прочным, с хорошими механическими свойствами, стойкостью к разрушению. Для такой стали самой оправданной является проволока с низким содержанием углерода Св-08, Св-08А и легированных Св-08ГС, Св-08Г2. Отличительной особенностью сварки является получение ровного и чистого сварочного шва. При применении её при сварке снижается уровень разбрызгивания и вероятность залипания сварочных электродов.

Для нашей конструкции самый оптимальный вариант по цене и качеству будет проволока Св-08. Диаметр сварочной проволоки выбирается по толщине металла. Для нашей толщины пригодны проволоки диаметром 0,8-1,2 мм. Так как одним из важных критериев в нашем производстве является цена, то самым оптимальным выбором будет проволока диаметром 0,8 мм за счёт своей цены. Химический состав проволоки Св-08 представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Химический состав проволоки Св-08

С	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu
не более								
0.1	0.03	0.35-0.6	0.3	0.04	0.04	0.15	0.25	0.25

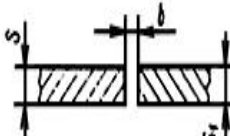
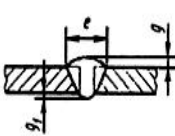
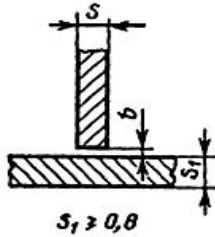
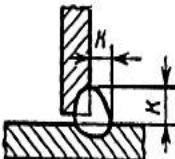
2.5 Расчет параметров режима сварки

Режимы сварки - совокупность основных и дополнительных характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных швов заданных размеров, формы и качества.

Первым делом нужно определить: геометрические размеры сварочного шва, нужна ли обработка кромок. После подбора нужных соединений, можно приступать к расчётам.

При сварке в среде CO_2 , согласно с ГОСТ 14771-76, установлены следующие размеры подготовки кромок под сварку и размеры сварного шва, которые представлены в таблице 4.

Таблица 4 – ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

Обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S= S ₁	b		e	g		g ₁	
	подготовленных крайков свариваемых деталей	сварного шва		Номин. пред.	откл. пред.		Номин. пред.	откл. пред.	Номин. пред.	откл. пред.
C2			1,4 - 2.0	0	+1	7	1	±0,5	1	+1 -0,5
T1			0.8 - 3.0	0	+0,5					

Рассчитаем основные параметры сварки.

Согласно [12, табл. 2.2] к параметрам режима механизированной дуговой сварки в защитных газах, определяемых расчётом, относятся: сварочный ток, напряжение на дуге, скорость сварки, диаметр сварочной проволоки и скорость подачи электродной проволоки.

Шов характеризуется глубиной проплавления шириной шва, высотой усиления, коэффициентом формы провара и коэффициентом формы валика.

Расчёт режима сварки производится всегда для конкретных случаев, когда известны марка свариваемой стали, способ сварки, выбраны сварочные

материалы: защитный газ, марка сварочной проволоки и другие данные по шву и технологическому процессу.

Установим требуемую глубину проплавления притупления. При сварке односторонних швов глубину проплавления провара устанавливают в зависимости от применённого приёма для формирования корня шва, предотвращающего образование прожогов. У нас замковое соединение, следовательно - Н не менее S, поэтому принимаем $H = 2$ [12, с. 22]

Рассчитаем величину сварочного тока I_{CB} :

$$I_{CB} = H/K_h \cdot 100; \quad (1)$$

где K_h – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий проведения сварки (12, табл. 2.1)

$$I_{CB} = 2/2.1 \cdot 100 = 95 \text{ A};$$

Выбираем диаметр сварочной проволоки:

$$d_3 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_{CB}}{j}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{95}{200}} = 0,78 \approx 0,8 \text{ мм};$$

где j – допустимая плотность тока в электроде ($\text{A}/\text{мм}^2$), которую уменьшают для обеспечения благоприятной формы провара и снижения вероятности образования кристаллизационных трещин (берут значения, близкие к минимальному пределу допустимых плотностей тока согласно [12, табл.2,2].

Определяем напряжение на дуге согласно [12, стр. 16]:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_3^{0,5}} \cdot I_{CB} \pm 1; \quad (2)$$

Подставив значения в формулу (2), получим:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{0,8^{0,5}} \cdot 95 \pm 1 = 25 \pm 1;$$

Определяем скорость сварки:

$$V_{CB} = \frac{A}{I_{CB}}; \quad (3)$$

где значение A принимают в зависимости от d , согласно [12, табл.2,3];
 При $d_s = 0,8$ мм, принимаем $A = 6000$ А·м/ч.

Подставив значения в формулу (3), получаем:

$$V_{св} = \frac{1500}{95} = 15,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}} \approx 16 \frac{\text{м}}{\text{ч}};$$

При этом необходимо иметь ввиду, что при механизированной сварке, без применения особых технологических приёмов скорость сварки должна находиться в пределах 15 – 60 м/ч, а расчётное значение должно быть округлено до ближайшего целого числа [12, с. 16].

Рассчитаем погонную энергию q_{II} по формуле:

$$q_{II} = \frac{0,24 \cdot I_{св} \cdot U_d \cdot \eta_{II}}{V_{св}}; \quad (4)$$

где $\eta_{II} = 0.8 - 0.84$ при сварке в углекислом газе плавящимся электродом

$$q_{II} = \frac{0,24 \cdot 95 \cdot 25 \cdot 0,82}{0,44} = 800 \text{ кДж/см};$$

Определяем коэффициент формы шва:

$$\psi_{пр} = K'(19 - 0,01 I_{св}) \frac{d_s \cdot U_d}{I_{св}}; \quad (5)$$

K' определяем по таблице 2.4 [12].

$$\psi_{пр} = 0,92(19 - 0,01 \cdot 95) \frac{0,8 \cdot 25}{95} = 2,83;$$

Для механизированной сварки $\psi_{пр}$ должен быть в пределах 0.8 – 4.
 Расчётный коэффициент формы провара $\psi_{пр} = 2,83$ соответствует заданным границам.

Рассчитаем требуемую глубину провара H по формуле [12, стр 17]:

Для стыкового соединения:

$$H = 0,0165 \sqrt{\frac{q_{II}}{\psi_{пр}}}; \quad (6)$$

$$H = 0,0165 \sqrt{\frac{800}{2,83}} = 2,7 \text{ мм};$$

Для таврового соединения:

$$H = (0,5 \dots 0,7) \cdot r; \quad (7)$$

где r – расстояния до изотермы ($r = 0,12$)

Определим ширину шва e [12, стр 17]:

$$e = \psi_{\text{пр}} H; \quad (8)$$

$$e = 2,83 \cdot 2,7 = 7,6;$$

Устанавливаем вылет электрода l . При сварке в углекислом газе вылет электрода l выбирают в пределах 10-20 мм согласно [12, стр 18]:

Определяем коэффициент наплавки α_n [12, стр 18]:

$$\alpha_n = \alpha_p (1 - \psi); \quad (9)$$

где ψ – коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\psi = 4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2; \quad (10)$$

$$\psi = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 200 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 200^2 = 10,56\%$$

Коэффициент расплавления α_p рассчитывается по формуле:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-4} \sqrt{I_{\text{св}}} \cdot \frac{1}{d_3^2}; \quad (11)$$

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-4} \sqrt{95} \cdot \frac{1}{0,8^2} = 9,055;$$

$$\alpha_n = 9,055(1 - 0,106) = 8,1 \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}};$$

Определим скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{\text{п.э.}} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{\text{св}}}{\pi \cdot d_3^2 \cdot \gamma}; \quad (12)$$

где γ – удельный вес металла, г/м^3 (Для Ст2кп, $\gamma = 7,85 \text{ г/см}^3$).

Следовательно, скорость подачи равна электродной проволоки:

$$V_{\text{п.э.}} = \frac{4 \cdot 8,1 \cdot 95}{\pi \cdot 0,8^2 \cdot 7,85} = 195 \frac{\text{м}}{\text{ч}};$$

Скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{п.э.}}$ окончательно принимают с учётом технической характеристики автомата, на котором будет производится сварка.

Определяем площадь наплавленного металла [2, стр 20].

Для таврового соединения:

$$F_H = \frac{K_y \cdot K^2}{2}; \quad (13)$$

где K_y – коэффициент усиления шва = 1,5

K - катет шва, мм.

$$F_H = \frac{1,5 \cdot 2,5^2}{2} = 4,68 \text{ мм}^2;$$

Для стыкового соединения:

$$F_H = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{3600 \cdot \gamma \cdot V_{CB}}; \quad (14)$$

где γ – удельный вес металла, г/м³ (Для Ст2кп, $\gamma = 7,85$ г/см³).

$$F_H = \frac{8,1 \cdot 95}{3600 \cdot 7,85 \cdot 0,44} = 6,1 \text{ мм}^2;$$

Определяем высоту валика.

$$q = \frac{F_H}{0,73 \cdot e}; \quad (15)$$

$$q = \frac{6,1}{0,73 \cdot 7,6} = 1 \text{ мм};$$

Определяем общую высоту шва C на стыковом соединении

$$C = H + g; \quad (16)$$

$$C = 2,7 + 1 = 3,7 \text{ мм};$$

Определяем коэффициент формы усиления [12, стр 20]:

$$\psi_B = \frac{e}{g}; \quad (17)$$

$$\psi_B = \frac{7,6}{1} = 7,6;$$

Для хорошо сформированных швов ψ_B должен находиться в пределах 7-10. Наше условие удовлетворяет требованиям.

Найдём площадь проплавления:

Для стыкового соединения:

$F_{\text{пр}}$ - площадь сечения проплавленного металла, которая приближённо может быть определена по формуле (13):

$$F_{\text{пр}} = 0,73 \cdot e \cdot H \quad (18)$$

при этом ширину сварного шва возьмём из таблицы С2 ($e = 7$ мм), требуемая глубина провара $H = 2$ мм, тогда подставив значения в формулу (18), получим:

$$F_{\text{пр}} = 0,73 \cdot 7 \cdot 2 = 10,2 \text{ мм}^2;$$

Для таврового соединения:

В связи с тем, что расчет площади проплавления в тавровом соединении не имеет точной формулы и является весьма сложным, мы воспользуемся программой КОМПАС – 3D 16 Учебная версия.

Выполнив чертеж сварного соединения в масштабе, воспользуемся функцией «Площадь» и выделяем сектор проплавления металла. На рисунке 8 представлена схема сварного соединения. На рисунке 9 – расчет программы площади проплавления.

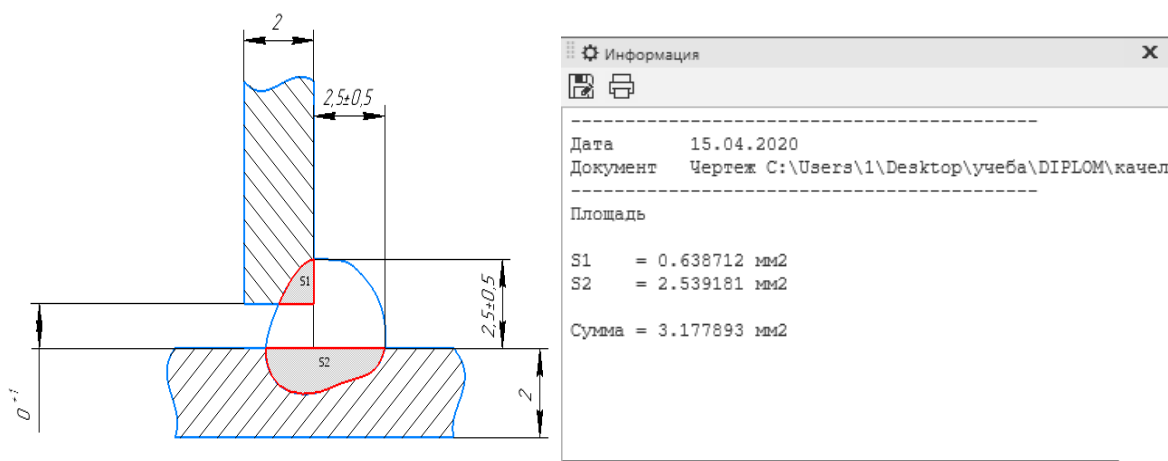


Рисунок 2 – Площадь проплавление по программе КОМПАС 16

По программе видно, что площадь проплавления $F_{\text{пр}} = 3,17 \text{ мм}^2$.

Определение доли участия основного металла:

$$\gamma_0 = \frac{F_{\text{пр}}}{F_{\text{пр}} + F_{\text{н}}}; \quad (19)$$

Для стыкового соединения:

$$\gamma_0 = \frac{10,2}{10,2 + 6,1} = 0,63;$$

Для таврового соединения:

$$\gamma_0 = \frac{3,17}{3,17 + 4,68} = 0,4.$$

2.6 Расчёт химического состава шва

Степень легирования металла шва, с некоторой погрешностью, может быть установлена сопоставлением химического состава основного металла и металла наплавленного валика, определяемого по формуле (19):

$$R_{\text{ш}} = R_0 \cdot \gamma_0 + (1 - \gamma_0) \cdot R_{\text{э}} \pm \Delta R \quad (20)$$

где $R_{\text{ш}}$ - содержание рассчитываемого элемента, %;

R_0 - содержание того же элемента в основном металле, %;

$(1 - \gamma_0)$ - доля участия электродного металла в металле шва, %;

$R_{\text{э}}$ - содержание рассчитываемого элемента в металле, наплавленным данной маркой электродов, %;

γ_0 - доля участия основного металла в металле шва;

ΔR - переход данного металла из покрытия или газа в шов

Для определения химического состава шва, необходимо знать химический состав основного металла и электродов. Значения химических составов приведены в таблицах 1 и 3 соответственно.

Определяем по формуле (20) химический состав металла шва:

Для таврового соединения:

$$[C]: R_{\text{ш}} = 0,15 \cdot 0,4 + (1 - 0,4) \cdot 0,1 = 0,12\%$$

$$[Si]: R_{\text{ш}} = 0,05 \cdot 0,4 + (1 - 0,4) \cdot 0,03 = 0,038\%$$

$$[Mn]: R_{uu} = 0.5 \cdot 0.4 + (1 - 0.4) \cdot 0.5 = 0.5\%$$

$$[P]: R_{uu} = 0.04 \cdot 0.4 + (1 - 0.4) \cdot 0.04 = 0.04\%$$

$$[S]: R_{uu} = 0.04 \cdot 0.4 + (1 - 0.4) \cdot 0.04 = 0.04\%$$

$$[Ni]: R_{uu} = 0.3 \cdot 0.4 + (1 - 0.4) \cdot 0.3 = 0.3\%$$

$$[Cr]: R_{uu} = 0.3 \cdot 0.4 + (1 - 0.4) \cdot 0.15 = 0.21\%$$

$$[Cu]: R_{uu} = 0.3 \cdot 0.4 + (1 - 0.4) \cdot 0.25 = 0.27\%$$

$$[As]: R_{uu} = 0.08 \cdot 0.4 = 0.032\%$$

$$[N]: R_{uu} = 0.008 \cdot 0.4 + (1 - 0.4) \cdot 0.25 = 0.15\%$$

Для стыкового соединения:

$$[Si]: R_{uu} = 0.05 \cdot 0.63 + (1 - 0.63) \cdot 0.03 = 0.043\%$$

$$[Mn]: R_{uu} = 0.5 \cdot 0.63 + (1 - 0.63) \cdot 0.5 = 0.5\%$$

$$[P]: R_{uu} = 0.04 \cdot 0.63 + (1 - 0.63) \cdot 0.04 = 0.04\%$$

$$[S]: R_{uu} = 0.04 \cdot 0.63 + (1 - 0.63) \cdot 0.04 = 0.04\%$$

$$[Ni]: R_{uu} = 0.3 \cdot 0.63 + (1 - 0.63) \cdot 0.3 = 0.3\%$$

$$[Cr]: R_{uu} = 0.3 \cdot 0.63 + (1 - 0.63) \cdot 0.15 = 0.25\%$$

$$[C]: R_{uu} = 0.15 \cdot 0.63 + (1 - 0.63) \cdot 0.1 = 0.13\%$$

$$[Cu]: R_{uu} = 0.3 \cdot 0.63 + (1 - 0.63) \cdot 0.25 = 0.28\%$$

$$[As]: R_{uu} = 0.08 \cdot 0.63 = 0.005\%$$

$$[N]: R_{uu} = 0.008 \cdot 0.63 + (1 - 0.63) \cdot 0.25 = 0.01\%$$

2.7 Определение расхода сварочных материалов

При механизированной сварке в среде CO_2 расход сварочной проволоки можно определить по формуле (20):

$$G_3 = G_H \cdot (1.6..1.7) \quad (21)$$

где G_H – масса наплавленного металла, которую определим по формуле (22):

$$G_H = F_H \cdot l_{\text{ш}} \cdot \gamma \quad (22)$$

где F_H – площадь наплавленного металла;

Для таврового соединения: $F_H = 0,0468 \text{ см}^2$;

Для стыкового соединения: $F_H = 0,061 \text{ см}^2$;

$l_{\text{ш}}$ – длина шва; $l_{\text{ш}} = 4 \text{ см}$;

γ – плотность металла; $\gamma = 7,85 \text{ г/см}^3$.

Таким образом:

Для таврового соединения:

$$G_3 = 0,0468 \cdot 0,04 \cdot 7,85 \cdot (1,6 \div 1,7) = (23,51 \div 24,98) \text{ г};$$

Для стыкового соединения:

$$G_3 = 0,061 \cdot 0,04 \cdot 7,85 \cdot (1,6 \div 1,7) = (30,64 \div 32,56) \text{ г}.$$

2.8. Выбор сварочного оборудования

В современное время на рынке представлен огромный выбор различного оборудования для механизированной сварки в среде защитных газов. Современный источник должен соответствовать определённым требованиям:

- обеспечивать необходимую силу тока и напряжение дуги, требуемых для данного технологического процесса;
- обладать нужными ВВАХ, чтобы обеспечивать устойчивое и стабильное горение дуги;
- обладать изменяющимися параметрами, чтобы нормально возбуждать дугу;

- обладать малым коэффициентом разбрызгивания;
- длительность непрерывной сварки;
- наличие защитной функции от перегрева;
- работа при определенных нагрузках и условиях эксплуатации, пространственное положение шва, влажность, температура.

Так как наш проект подразумевает серийное производство, то не стоит выбирать самый дешёвый источник питания. Нужно проанализировать рынок, почитать отзывы и рекомендации и сделать выбор в пользу качественного источника питания, который прослужит долгое время, не изменяя своих характеристик и не нуждающегося в постоянном ремонте.

Источники питания условно делятся на 3 категории:

- бытовые
- полупрофессиональные
- профессиональные

Бытовые можно исключить сразу, так как их на долго не хватит, да и качество у них ниже, чем у других источников.

полупрофессиональные источники питания обладают средними характеристиками, удобны в использовании, но для серийного производства они не подходят из-за низкого ПВ (от 35 до 50%). Придётся часто делать перерывы в работе и охлаждать горелку.

Остаются только профессиональные источники питания.

Такие источники питания обладают высокими характеристиками:

Сила сварочного тока достигает 300-500 А, что для нашего проекта более, чем достаточно. Мощность у них варьируется в пределах 11-25 кВт, а ПВ от 60%.

Такие источники универсальны, так как позволяют устанавливать проволоку из различного материала и диаметра, у них много функций для регулировки тока и улучшения качества шва. Но в тоже время изначальная цена на эти источники высока, но в долгосрочной перспективе производства это не существенный недостаток, потому что работать на них можно до 10 часов в день.

Помимо категорий, сварочное оборудование делится по типам, что является одним из важных параметров для качества сварного шва и области применения оборудования. На данный момент имеется три типа источников питания.

Трансформаторы:

Имеют большие габариты из-за крупных первичной и вторичной катушек, что сказывается на массе оборудования. Но главный их плюс – это недорогое обслуживание и ремонт. Источники такого типа имеют мало деталей, поэтому они реже ломаются и способны работать в различных климатических и рабочих условиях.

Выпрямители:

Данный тип источников питания схож с трансформаторами, но содержит внутри диодный мост, который преобразует переменный ток в постоянный. Благодаря сварке на постоянном токе становится возможным соединение нержавеющей стали, чугуна и получение более качественных швов на обычной углеродистой стали.

Инверторные:

Этот тип источника питания является самым современным, повышающий частоту тока в несколько десятков раз, и так же, как выпрямители, преобразует переменный ток в постоянный. Эти источники обладают малыми габаритами, низким потреблением напряжения и большими возможностями сварки разных материалов. Так же имеют большой выбор динамических режимов сварки, маленький коэффициент разбрызгивания, что делает процесс более экономным, удобным и плавным.

Для нашего производства больше всего подходит инверторный источник питания, за счёт меньшего разбрызгивания металла и более качественного шва. Их можно плавно регулировать, что помогает избежать прожогов металла из-за сварки тонкостенных металлов.

Помимо самого источника питания, нужно также определиться с механизмом подачи сварочной проволоки.

Механизм подачи проволоки имеет три варианта:

1. Толкающий. В корпусе источниками установлены ролики. Они проталкивают проволоку в кабель-канал, который подсоединяется к сварочной горелке. При таком механизме, кабеля выпускают не более 5 метров, из-за того, что электродная проволока может застрять в изгибах кабеля, что прекратит процесс сварки. Такой механизм может быть в одном корпусе с источником питания, что приводит к тому, что нет возможности использовать большие катушки со сварочной проволокой; или отдельно от источника питания.

2. Тянувший. В этом случае, механизм находится не в корпусе источника, а в самой сварочной горелке. Такой вариант позволяет использовать более длинные кабеля, но из-за того, что тянувший механизм находится в горелке, утяжеляет её, делая сварочный процесс более трудоёмким.

3. Комбинированный. Используют оба типа, описанных выше. При таком механизме длина кабелей достигает 10 метров, что облегчает процесс сварки на больших конструкциях.

Выбор источника питания на рынке

Поэтому целесообразно выбрать источник питания, в комплект которого уже входит механизм подачи проволоки. Изучив рынок и отзывы покупателей, наш выбор падает на инверторный источник питания AURORA ULTIMATE 350 с открытым подающим механизмом.

По заявлению продавца, данный источник питания обладает большой производительностью для полуавтоматической сварки MIG/MAG и MMA. В комплект входит открытый 4-х роликовый механизм подачи проволоки. Длина кабелей составляет 5 метров, что для нашего производства более, чем достаточно. Источник имеет простую и удобную панель управления, где находятся все необходимые параметры для сварки. Например, режим заварки кратера, переключатель смены полярности, 4-х тактный режим работы горелки и другие. Продавец гарантирует надёжность работы на долгий срок.

Достоинства источника питания AURORA ULTIMATE 350:

- Подходит для полуавтоматической сварки и для РДС;

- Обладает небольшим весом и компактными габаритами;
- В комплект входит открытый механизм подачи проволоки;
- Удобная и понятная панель управления;
- Имеет эффективную систему воздушного охлаждения, что снижает возможность перегрева;
- На задней панели расположена розетка на 36 В для подключения подогрева газа;
- Возможность продолжительной работы на максимальных токах.

На открытом механизме подачи проволоки есть функции управления, с помощью которых можно регулировать сварочный ток, напряжение и скорость подачи проволоки.

Таблица 5 - Характеристики сварочного инвертора AURORA ULTIMATE 350 с открытым подающим механизмом:

Напряжение сети	380 В
Сварочный ток	60-350 А
Диаметр сварочной проволоки	0.8 – 1.2 мм
Напряжение холостого хода	61 В
Потребляемая мощность	16.25 кВА
Габаритные размеры	550x280x545 мм
Вес	30 кг
Скорость подачи проволоки	50 – 250 мм/сек

Данный источник подходит нам по всем параметрам, особенно по цене, так как в комплекте с ним уже идёт механизм подачи проволоки. В комплекте 5 метровые кабели, что облегчит процесс сварки труднодоступных мест. Этот сварочный источник обладает максимальным сварочным током 350 А, поэтому на пониженных токах ПВ будет намного выше, чем 35%. Габаритные размеры и вес позволят переносить сварочный аппарат по цеху с лёгкостью, если поставить его на тележку. Так же стоимость ниже, чем у конкурентов делает выбор в пользу данного источника питания.

3 Технология сборки и сварки

3.1 Заготовительные операции

После выполнения чертежа нашей конструкции нужно произвести разметку и нарезка труб нужной длины согласно размерам, установленным на чертеже.

По ГОСТ 32931-2015 длина профильных труб варьируется от 1,5 метров до 12,5 метров в зависимости от способа изготовления. Самый распространённый прокат труб длиной 3 и 6 метров. Таким прокатом мы и воспользуемся.

После поступления материала в цех, на стадии входного контроля следует выполнить проверку с целью подтверждения его соответствия требованиям стандартов, технических условий, конструкторской документации и убедиться в качестве поставки, проверить паспорт заготовок, наличие дефектов, полученных при транспортировке и разгрузке.

Следующим шагом после выполнения визуального контроля является разметка материала. Разметку стоит выполнять с учётом припусков на обработку. Рекомендации по припускам указаны в Таблице 6. Обратившись к рисунку 4, с помощью линейки и мела, или перманентного маркера разметить заготовки по размерам. При разметке на металлопрокате необходимо учитывать припуски на резку, механическую обработку и усадку от сварки. Воспользовавшись УШМ и нарежем заготовки.

После нарезки всех элементов конструкции необходимо подготовить кромки труб к сборке и сварке. Свариваемые кромки необходимо зачистить до металлического блеска и обезжирить на ширину около 20 мм. Для выполнения этих операций понадобится металлическая щетка, наждачная бумага, тряпка, спирт.

Таблица 6 – рекомендации по размерам припусков

Назначение припуска	Характеристика припуска	Размер припуска, мм
На ширину реза	При ручной кислородной резке листового проката для толщины стали, мм:	
	5-25	4,0
	28-50	5,0
	50-100	6,0
	При машинной кислородной и пламенно-дуговой резке листового проката для толщины стали, мм:	
	5-25	3,0
	28-50	4,0
	50-100	5,0
	При ручной кислородной резке профильного проката	4,0
На усадку при сварке	Стыковые швы (усадка перпендикулярно стыку):	
	листовой прокат толщиной, мм:	
	до 16	1,0
	до 40	2,0
	более 40	3,0-4,0
	профильный прокат:	
	уголок, швеллер, трубы, балки с высотой стенки, мм:	
	400 и менее	1,0
	более 400	1,5
	Продольные угловые швы, на каждый 1 м шва	1,0
	На приварку пары ребер жесткости длиной шва до 400 мм	0,5

Для наибольшей экономии средств и материала необходимо наиболее рационально раскроить металл для конструкции. На рисунке 6 приведёт оптимальный раскрой металла.

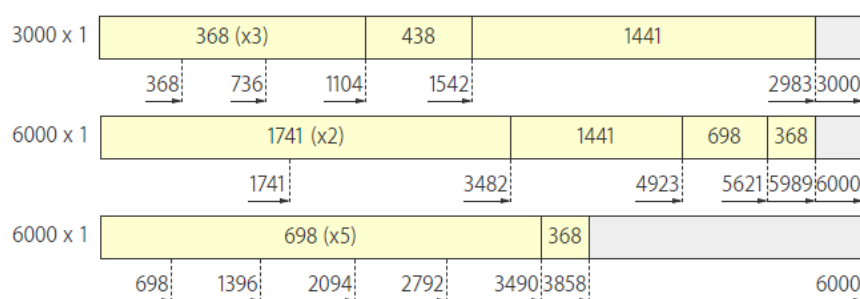


Рисунок 4 – Схема раскроя металла

При таком раскрое металла доля отходов составляет 14,5%, что удовлетворяет требования рационального производства. В размеры уже заложены припуски на резку, механическую обработку и усадку при сварке.

3.2 Сборочные операции

После выполнений всех заготовительных операций производится сборка конструкции рамы. Сборка под сварку одна из самых трудоемких операций. Она должна обеспечивать удобство и качество сварки конструкции. Для этого необходимо выдержать заданный зазор между соединяемыми деталями, выставить соосность, установить детали в проектное положение и закрепить между собой так, чтобы взаиморасположение деталей не нарушилось в процессе сварки. Заготовки размещают на сварочном столе или в кондукторах, чтобы придать им неподвижное состояние, что в процессе сварки является одним из важных параметров. После сборки должен быть обеспечен свободный доступ к месту сварки, для удобного процесса. Чтобы соединить детали между собой непосредственно перед сваркой, их соединяют короткими швами, которые называются прихватками. Для разных ответственных конструкций число прихваток регламентируется разными документами, но в нашем случае прихватки ставятся только для того, чтобы соединить детали между собой для удобства и устойчивости, поэтому достаточно поставить по одной прихватки с каждой грани нашей квадратной трубы. Технология сварки и прихваток одинакова. Так как наша конструкция варится механизированной сваркой в среде CO_2 , прихватки перед сваркой достаточно очистить металлической щёткой. Полная последовательность операций представлена в маршрутной карте комплекта документов.

3.3 Сварочные операции

Сварку производят от краев к центру, стараясь равномерно прогреть шов, не задерживаясь на одном участке, так как высока вероятность прожечь нашу тонкостенную профильную трубу. По той же причине, сварку рекомендуется проводить короткими участками с отрывом, следя за тем, чтобы кромки успевали оплавляться.

Способы выполнения сварочных швов зависят от их длины и толщины свариваемого металла. Так как наши швы имеют длину 40 мм, то они выполняются напроход.

Для предотвращения перегрева внутри соединения следует вставить отрезок бруса с повышенной теплопроводностью с сечением, максимально приближенным к внутренним размерам заготовки, либо увеличить скорость сварки.

Сварку тонкостенной профильной трубы в среде защитного газа CO_2 следует выполнять на постоянном токе прямой полярности.

Полная последовательность операций представлена в маршрутной карте комплекта документов.

3.4 Деформации и напряжения при сварке и меры борьбы с ними

Теплопроводность свариваемого материала главным образом влияет на величину деформаций. Существует зависимость: чем больше теплопроводность материала, тем равномерно распределяется по основному металлу, что приводит к меньшим сварочным деформациям.

Неравномерное нагревание металла. При существовании источника сосредоточенного тепла, будь это дуга или сварочное пламя, который перемещается вдоль сварного шва, вызывает неравномерное нагревание металла, что приводит к возникновению внутренних напряжений и сварочных деформаций в изделиях.

Различают следующие напряжения:

- Тепловые напряжения. Эти напряжения появляются из-за неравномерного распределения тепла в процессе сварки;
- Структурные напряжения. Возникают из-за структурных превращений, в которых происходит переохлаждение аустенита и образование продуктов закалки мартенсита в околошовной зоне.

Сварочные напряжения и деформации, в зависимости от времени существования, можно разделить на:

- Остаточные. Они остаются в изделии даже после снятия нагрузки;
- Временные. Такие напряжения находятся только, когда существует нагрузка, либо в какой-то определённый момент времени.

Напряжения различают в зависимости от размеров области, в пределах которых они залегают и уравниваются:

- Напряжения I рода - уравниваются в крупных объемах, соизмеримых с размерами изделий или отдельных его частей;
- Напряжения II рода - уравниваются в микрообъеме тела в пределах одного или нескольких зерен;
- Напряжения III рода - уравниваются в объемах соизмеримых с атомной решеткой.

Сварочные напряжения можно разделить по направлению действия:

- вдоль оси шва - продольные;
- перпендикулярно оси шва – поперечные.

Меры борьбы со сварочными деформациями и напряжениями.

В рамках дипломного проекта, стальная конструкция изготавливается из хорошо свариваемой стали. Такая сталь не нуждается в какой-либо термообработке до или после сварки. Для того, чтобы избежать появления сварочных деформаций и напряжений, нужно обеспечить жёсткое закрепление конструкции при сборке, рациональную последовательность сварки, рассчитать режимы сварки и подобрать удовлетворяющее этим расчётам оборудование.

Чтобы снять или ослабить сварочные напряжения и деформацию, нужно воспользоваться механической правкой конструкции.

3.5 Техника безопасности при проведении сварочных работ

Сборочные и сварочные работы выполняются в соответствии с Федеральным законом. В процессе сварки, сварщик подвергается следующим опасным факторам:

- Воздействие электрического тока;
- Воздействие ультрафиолетового излучения дуги;
- Механические травмы – ушибы, порезы и другие;
- Отравление сварочными аэрозолями и пылью;
- Ожоги кожных покровов от разбрызгивания электродного металла;
- Воздействие шума и вибраций;
- Недостаточная освещённость.

Для безопасности сварщика от воздействия электрического тока необходимо:

- Заземлять корпус источника питания дуги и свариваемое изделие;
- Не использовать контур заземления в качестве сварочного провода;
- Изолировать рукоятку горелки от возможности поражения током;
- Горелка для сварки в газе не должна иметь открытых токоведущих частей, а рукоятка её должна быть покрыта диэлектрическим и теплоизолирующим материалом;
- Использовать сухую и прочную спецодежду и рукавицы.

Для защиты органов зрения, сварщики и вспомогательные рабочие применяют сварочные маски со светофильтрами, которые задерживают и поглощают излучение дуги.

В заводских условиях сварщики должны работать в изолированных кабинах. При работе на открытом воздухе и в помещениях, где не

предусмотрены кабины, сварщикам необходимо работать в ограждённом специальными щитами или ширмами рабочем.

Для защиты органов дыхания сварщика и других рабочих применяют приточно-вытяжную вентиляцию, а также возможно использования респиратора с химическим фильтром.

Чтобы обезопасить сварщика от ожогов, ему выдают специальную одежду, рукавицы и головной убор на брезентовой основе.

В процессе сварки наиболее частыми являются травмы в виде ушибов и увечий рук и ног. Рабочее место сварщика должно полностью обеспечивать безопасность рабочего от механических повреждений.

При разработке технологии сборки и сварки следует тщательно продумывать все операции с точки зрения безопасности работы.

3.6 Контроль качества сварных соединений

Визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные соединения разрабатываемой сварной конструкции с целью выявления в ней следующих наружных дефектов согласно РД 03-606-03 [10].

- трещин всех видов и направлений;
- свищей и пористости наружной поверхности шва;
- подрезов;
- наплывов, прожогов, незаплавленных кратеров;
- смещения и совместного увода кромок свариваемых элементов свыше норм, предусмотренных настоящими правилами;
- непрямолинейность соединяемых элементов;
- несоответствие формы и размеров швов требованиям технической документации.

Перед визуальным осмотром поверхность сварного шва и прилегающие к нему участки основного металла шириной не менее 20 мм в обе стороны от шва

должны быть зачищены от шлака и других загрязнений. Контролю внешним осмотром обычно подвергают 100% выполненных швов. Внешние дефекты, такие, как трещины, наплывы, прожоги, незаваренные кратеры, свищи в начале шва (зажигание дуги на основном металле), выводы кратера на основной металл, сплошные сетки или цепочки пор, непровары, подрезы — не допускаются.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Моллер Даниил Алексеевич

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя- 53760 руб. Оклад инженера – 35504 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент студента 30%; Надбавки руководителя 20-30%; Надбавки инженера 20-30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Анализ конкурентных технических решений
2. Разработка устава научно-технического проекта	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование работ; Разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование.
Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	Доцент, к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Моллер Даниил Алексеевич		

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологии сборки и сварки рамы для коммерческих систем ультрафильтрации» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации. Задача работы заключается в исследовании и разработке процесса механизированной дуговой сварки в среде углекислого газа.

Для успешного внедрения научной разработки необходимо изучить преимущества и недостатки конкурирующих методов сварки, чтобы вносить соответствующие поправки во время создания ёмкости для её лучшего продвижения на рынке в будущем.

Таблица 7 - Сегментирование рынка

		Показатель		
		Низкий	Средний	Высокий
Технологические свойства	Качество сварного шва	3	1	2
	Скорость сварки	2,4	1	2
	Возможность сварки тонколистового металла	3	1	1,2

1. Механизированная сварка в среде CO₂– Исп.1
2. Сварка неплавящимся электродом в аргоне –Исп.2
3. Ручная дуговая сварка– Исп.3

Результат сегментирования показал, что уровень конкуренции низок. Механизированная сварка в среде CO₂, как видно из сегментирования, хороший способ сварки, который может получать качественные сварные соединения.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Таблица 8 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Удобства в эксплуатации	0,1	3	3	3	0,5	0,2	0,3
Затраты сварочного материала	0,2	4	3	4	1	0,2	1
Качество сварного соединения	0,1	4	4	3	0,5	0,3	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
Цена	0,05	5	4	4	0,25	0,25	0,25
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,3
Конкурентоспособность работы	0,25	5	5	3	1,25	0,5	1
Итого	1	26	24	21	5	2,35	3,75

где сокращения: Б_ф – Механизированная сварка в среде CO₂; Б_{к1} – Сварка неплавящимся электродом в аргоне; Б_{к2} – Ручная дуговая сварка.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (1)$$

где: К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

По результатам расчета видно, что предложенный метод конкурентоспособен, по сравнению с аналогичными видами сварки. Наибольшие преимущества наблюдаются в сфере качества, затрат на сварочные материалы и в сроке эксплуатации.

4.1.3 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

SWOT - анализ используется для определения слабых и сильных сторон проекта, таблица 9.

Таблица 9 - Матрица SWOT

Сильные стороны	Слабые
<ul style="list-style-type: none"> • Широкая область применения; • Использование современного оборудования; • Актуальность проекта; • Наличие опытного руководителя; • Наличие патента на разработку; • Большая производительность. 	<ul style="list-style-type: none"> • Развитие новых технологий; • Перенастройка оборудования; • Отсутствие квалифицированного персонала; • Много конкурентных фирм.

Продолжение Таблицы 9

Возможности	Угрозы
-------------	--------

<ul style="list-style-type: none"> • Получение качественных сварных соединений • Регулирование производительности • Повышение стоимости конкурентных разработок • Повышение эффективности сварки в среде CO₂. • Применения оборудования работающего в полевых условиях. 	<ul style="list-style-type: none"> • Появление новых технологий • Государство не даст средства для реализации темы. • Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы. • Зависимость, незначительная от поставщика.
---	---

В результате проведения SWOT анализа были выявлены основные проблемы, с которыми сталкивается или может столкнуться в будущем предприятие, применяя механизированную сварку в среде CO₂. Из матрицы SWOT видно, что необходимо сделать упор на такие сильные стороны, как большая производительность, широкая область применения, так как именно эти сильные стороны проекта связаны с наибольшим количеством возможностей. Что касается слабых стороны, необходимо обратить внимание на улучшение технических параметров и на создании научной группы из квалифицированных работников. Работа над этими недостатками позволит повысить конкурентоспособность, уменьшить влияние внешних угроз на проект.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Прежде чем начать работу над проектом, необходимо провести планирование этапов работы, обозначив при этом занятость каждого из участников, а также привести сроки выполнения каждого этапа. Структура работ и распределение занятости исполнителей приведены в табл. 10.

Таблица 10 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение установки	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Руководитель, инженер
	10	Вывод по цели	

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоёмкость выполнения исследования оценивается экспертным путём в силу вероятностного характера величины. За единицу измерения трудоёмкости принимаются человеко-дни. Ожидаемая трудоёмкость рассчитывается по формуле [2]:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min\ i} \cdot 2t_{\max\ i}}{5} \quad (2)$$

где: $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человеко-дней;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человеко-дней;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дней.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{Pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i} \quad (3)$$

где T_{Pi} – продолжительность одной работы, рабочих дней;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дней;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, человек.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{Pi} \cdot k_{кал} \quad (4)$$

где: T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{Pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (5)$$

где: $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 104$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1.47$$











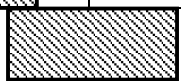





Все рассчитанные значения вносим в таблицу (табл. 11). После заполнения таблицы 11 строим календарный план-график (табл. 12).

График строится для максимального по длительности исполнения работ, в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 11 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в рабочих дня T_{ki}				
	t_{min} , человеко-дни			t_{max} , человеко-дни			$t_{ож}$, человеко-дни											
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		
Составление и утверждение темы проекта	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель			2	2	2	3	3	3
Анализ актуальности темы	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель–инженер			1	1	1	2	2	2
Поиск и изучение материала по теме	1	1	1	5	5	5	2,6	2,6	2,6	Инженер-руководитель			1	1	1	2	2	2
Выбор направления исследований	1	2	2	3	4	4	1,4	2,8	2,8	Руководитель			1	2	2	2	3	3
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель			2	2	2	3	3	3
Изучение литературы по теме	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	Инженер			10	10	10	15	15	15
Подбор нормативных документов	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Инженер - руководитель			3	4	4	5	6	6
Изучение результатов	1	2	2	2	3	3	1,4	3	3	Инженер			2	3	3	3	5	5
Проведение расчётов по теме	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Инженер			7	8	8	10	11	11
Анализ результатов	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Инженер - руководитель			2	2	2	3	3	3
Вывод по цели	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Инженер			3	3	3	4	4	4

Таблица 12 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кол- во дней	Продолжительность выполнения работ								
				Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение проекта	Руководитель	3									
2	Анализ актуальности темы	Руководитель – инженер	2									
3	Поиск и изучение материала по теме	Руководитель	2									
4	Выбор направления исследований	Руководитель	2									
5	Календарное планирование работ	Руководитель	3									
6	Изучение литературы по теме	Инженер	15									
7	Подбор нормативных документов	Инженер - руководитель	5									
8	Изучение установки	Инженер	6									
9	Моделирование установки	Инженер	3									
10	Изучение результатов	Инженер	3									
11	Проведение расчётов по теме	Инженер	10									
12	Анализ результатов	Инженер - руководитель	2									
13	Вывод по цели	Инженер	1									

 - Инженер;  - Руководитель.

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ обеспечиваем полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используем следующие группировки по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i} \quad (6)$$

где: m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

В таблицы 13 представлены стоимость материалов, используемых при разработке проекта.

Таблица 13 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	Лист	150	100	130	2	2	2	345	230	169
Картридж для принтера	Штук	1	1	1	1000	1000	1000	1150	1150	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	350	350	350	402,5	402,5	402,5
Сварочная проволока	кг	0,4	0,4	0,4	100	100	100	48	48	48
Используемые газы	литр	1	1	-	12	15	-	16	20	-
Итого								1616	1620	1600

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования необходимого для проведения работ по конкретной теме.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 13 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования			Цена за единицы оборудования, руб.			Общая стоимость оборудования, тыс руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Источник питания	1	-	-	100	-	-	115	-	-
Итого								115	-	-

4.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 9.

Таблица 14 - расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категории	Трудоёмкость человеко-дни			Заработная плата, приходящаяся на человека			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс.руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2	2	2	3,6			8	8	8
2	Анализ актуальности темы	Руководитель – инженер	1	1	1	4,4			5	5	5
3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер - руководитель	1	1	1	4,4			5	5	5
4	Выбор направления исследований	Руководитель	1	2	2	3,6			4	8	8
5	Календарное планирование работ	Руководитель	2	2	2	3,6			8	8	8
6	Изучение литературы по теме	Инженер	10	10	10	0,8			8,9	8,9	8,9
7	Подбор нормативных документов	Инженер - руководитель	3	4	4	4,4			14,8	19,7	19,7
8	Изучение установки	Инженер	4	6	6	0,8			3,6	5,4	5,4
9	Модернизация установки	Инженер	2	3	4	0,8			1,8	2,7	3,6
10	Анализ результатов	Инженер - руководитель	2	2	2	4,4			9,8	9,8	9,8
11	Вывод по цели	Инженер	3	3	3	0,8			2,7	2,7	2,7
Итого									69,7	74,2	75,1

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и инженер. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а инженер 100 рублей (рабочий день 8 часов).

$$Z_{\text{зн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (7)$$

где: $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Максимальная основная заработная плата руководителя (кандидата технических наук) равна примерно 48000 рублей, а инженера 31700 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (8)$$

где: $K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таким образом, заработная плата руководителя равна 53760 рублей, инженера – 35504 рублей.

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (9)$$

где: $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2020 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Величина отчислений во внебюджетные фонды представлена в Таблице 15.

Таблица 15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб			Дополнительная заработная плата, тыс. руб		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	48	57	57	57	68	68,4
Инженер	31	27	28	38	32	33,7
Коэффициент отчислений	0,271					
Итого						
Исполнение 1	24190,5 руб.					
Исполнение 2	25556,4 руб.					
Исполнение 3	25829,5 руб.					

4.3.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\sum \text{статей} \right) \cdot k_{\text{нр}} \quad (10)$$

где: $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны:

$$Z_{\text{накл}} = 357807,5 \cdot 0,16 = 57249,2 \text{ руб.}$$

4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку. Данные бюджета затрат НТИ приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
Материальные затраты НТИ	1616	1620	1600	Пункт 3.3.1
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	115000	80000	50000	Пункт 3.3.2
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	79700	84200	85100	Пункт 3.3.3
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9564	10104	10212	Пункт 3.3.3
Отчисления во внебюджетные фонды	24190,5	25556,4	25829,5	Пункт 3.3.4
Накладные расходы	57249,2	43452,9	47324,5	16% от суммы ст. 1-5
Бюджет затрат НТИ	287320	244933,3	220065,7	Сумма ст.1-6

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождения связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } i} = \frac{\Phi_{p i}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (11)$$

где $I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{p i}$ – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{\max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{фин. пр}}^{\text{исп. 1}} = \frac{287320}{287320} = 1; \quad I_{\text{фин. пр}}^{\text{исп. 2}} = \frac{244933,3}{287320} = 0,85; \quad I_{\text{фин. пр}}^{\text{исп. 3}} = \frac{220065,7}{287320} = 0,77$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i \quad (12)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b^i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспериментальным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл.5).

Таблица 17 – сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп. 2	Исп.3
Сварочный материал	0,25	5	3	4
Удобство в эксплуатации	0,25	5	2	3
Используемые газы	0,15	4	4	4
Модернизация установки	0,35	4	5	5
Итого	1	4,5	3,15	3,8

$$I_{p-\text{исп.1}} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,35 = 4,5$$

$$I_{p-\text{исп.2}} = 3 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,15$$

$$I_{p-\text{исп.3}} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,8$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{фин\ ир\ i}} \quad (13)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,5}{1} = 4,5; \quad I_{исп.2} = \frac{3,15}{0,85} = 3,71; \quad I_{исп.3} = \frac{3,8}{0,77} = 4,75.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки, позволит определить сравнительную эффективность проекта (см. табл.6) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.мах}} \quad (14)$$

Таблица 17 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,85	0,64
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,15	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	4,5	3,71	4,75
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,84	0,95

4.5 Выводы по разделу

В данном разделе был выполнен анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения научно-исследовательской работы – разработки технологии дуговой сварки рамы из стали 2кп, методом механизированной сварки в среде CO₂. Были проанализированы слабые и сильные стороны

работы, способы устранения их и использования для продвижения исследовательской работы. Был проведен прогноз внешних угроз и возможностей, учитывая которые можно повысить конкурентоспособность данного проекта.

В данном разделе было произведено распределение обязанностей по научно-исследовательской работе и рассчитано время, необходимое для выполнения работы. При этом инженер принимал участие в работе почти каждый день, а научный руководитель производил контроль работы и помогал при расчете наиболее ответственных разделов проекта. Общая продолжительность работ составила 57 дней.

Также был сформирован бюджет затрат НТИ, который составил 287320 руб., на зарплату приходит 21,5 процент затрат.

Расчет показал, что трудовые затраты и стоимость оборудования составляют основную часть от стоимости разработки и составляют 194,7 тыс.руб. Минимальные затраты составляют Материальные затраты НТИ, в сумме около 1,6 тыс.руб.

Расходы по заработной плате определены по трудоемкости выполняемой работы и действующей системы окладов и тарифных ставок и составили: заработная плата руководителя – 53760 руб., заработная плата инженера – 35504 руб. В основную заработную плату внесена премия, которая выплачивается каждый месяц в размере $vs\%$ от оклада.

Накладные и прочие расходы составили в сумме 81439,7 руб. Все затраты проекта могут быть реализованы, так как оказались ожидаемы.

По произведенному анализу видим, что механизированная сварка в среде CO_2 – является эффективным методом сварки стали 2кп и способна занять свое место на рынке. Данный метод при правильном продвижении и учете внешних и внутренних факторов, может составить сильную конкуренцию имеющимся методам сварки стальных конструкций.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Моллер Даниил Алексеевич

Школа		Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Тема ВКР:

Технология сборки и сварки рамы для коммерческих систем ультрафильтрации	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является технология сборки и сварки рамы из стали 2кп для коммерческих систем ультрафильтрации в сварочном цеху
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства и организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны
2. Производственная безопасность:	<p>Произвести анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов, действующих на сварщика при сварке конструкции:</p> <ul style="list-style-type: none"> • недостаточная освещенность; • неблагоприятные условия микроклимата; • электроопасность; • воздействие электромагнитных полей; • шум и вибрации; • ожоги кожных покровов; • взрыво- и пожароопасность; • загазованность и запылённость воздуха; • ультрафиолетовое излучение.
3. Экологическая безопасность:	Анализ воздействий объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу. Решения по обеспечению экологической безопасности
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> • Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • Выбор наиболее типичной ЧС; • Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; • Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. • Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Моллер Даниил Алексеевич		

5 Социальная ответственность

5.1 Введение

Одним из направлений государственной политики в области охраны труда является сохранение жизни и здоровья работника. Безопасность работника в условиях любого современного производства обеспечивается правовой, социально-экономической, организационно-технической, санитарно-гигиенической, лечебно-профилактической защитой.

Объектом исследования является разработка технологии дуговой сварки профильной трубы из стали 2кп. Данная разработка является представляет собой создание оптимальной технологии сборки и сварки металлической рамы механизированной сваркой в среде углекислого газа.

Необходимо рассмотреть опасные и вредные факторы на человека, окружающую среду, и факторы, способные привести к возникновению чрезвычайных ситуаций.

При использовании механизированного способа сварки на рабочих действуют следующие вредные и опасные факторы:

- Загазованность воздуха в результате конденсации паров металла и защитного газа;
- Повышенная температура поверхностей свариваемой конструкции, оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне;
- Повышенная яркость при сварке, ультрафиолетовая и инфракрасная радиация;
- Повышенный шум и вибрация;
- Нервно-психические перегрузки из-за напряженности труда в связи с полуавтоматическим способом сварки;
- Ожоги кожных покровов.

5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, имеющие профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы, прошедшие обучение, инструктаж на рабочем месте и проверку знаний требований безопасности в комиссии на допуск работы:

- по электробезопасности;
- работа с электрооборудованием.

Основной задачей регулирования проектных решений разрешается за счет соблюдения законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы). Руководитель (ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении.

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний осуществляется в Российской Федерации с января 2000 года в соответствии с Федеральным законом от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ (ред. от 07.03.2018) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», которым установлены правовые, экономические и организационные основы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и определен порядок возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью работника при исполнении им обязанностей по трудовому договору .

В соответствии со статьей 212 Трудового кодекса Российской Федерации обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя.

5.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны сварщика

Требования к размещению машин для сварки, организации рабочих мест и к производственным помещениям – в соответствии с ГОСТ 12.3.003-86.

Рабочие места электросварщиков должны ограждаться переносными или стационарными светонепроницаемыми ограждениями (щитами, ширмами или экранами) из несгораемого материала, высота которых должна обеспечивать надежность защиты.

Ширина проходов с каждой стороны рабочего стола и стеллажа должна быть не менее 1 м.

Ширина проходов между установками должна быть: при расположении рабочих мест друг против друга для точечных и шовных машин - не менее 3 м, при расположении машин тыльными сторонами друг к другу - не менее 1 м, при расположении машин передними и тыльным и сторонам и друг к другу - не менее 1,5 м;

Полы производственных помещений для выполнения сварки должны быть несгораемые, обладать малой теплопроводностью, иметь ровную нескользкую поверхность, удобную для очистки, а также удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами;

При установке однопостового источника питания у стены расстояние от стены до источника должно быть не менее 0,5 м;

Открытые траектории в зоне возможного нахождения человека должны располагаться значительно выше уровня глаз. Минимальная высоты траектории 2.2.м;

Рабочее место обслуживающего персонала, взаимное расположение всех элементов (органов управления, средств отображения информации, оповещения и др.) должны обеспечивать рациональность рабочих движений и

максимально учитывать энергетические, скоростные, силовые и психофизиологические возможности человека;

Следует предусматривать наличие мест для размещения съемных деталей, переносной измерительной аппаратуры, хранение заготовок, готовых изделий и др.;

Установки должны эксплуатироваться в специально выделенных помещениях либо могут располагаться в открытом пространстве на фундаментах или платформах транспортных средств;

Помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства предотвращения пожара и противопожарной защиты;

Отделку помещений следует выполнять только из негорючих материалов. Не допускается применение глянцевых, блестящих, хорошо (зеркально) отражающих излучение сварочной дуги (коэффициент отражения рекомендуется не более 0.4);

Двери помещений должны иметь знак ультрафиолетовой опасности;

Высота помещений должна быть не менее 4.2 м. Коммуникации (вода, электроэнергия, воздух, и др.) следует прокладывать под полом в специальных каналах с защитными коробами (возвышение над уровнем пола не допускается) или подвешивать кабели на высоте не менее 2.2 м от пола;

Помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. При необходимости, рабочие места должны быть оборудованы местной вытяжкой с целью вывода загазованного воздуха из рабочей зоны.

5.4 Производственная безопасность

Для идентификации опасных и вредных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для данной производственной среды представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Возможные опасные и вредные факторы, действующие на сварщика

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Недостаточная освещенность	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
Воздействие ультрафиолетового излучения	СН 4557-88 Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях
Неблагоприятные условия микроклимата	СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
Превышение уровня шума и вибрации	СанПиН 2.2.4.3359-16. Шум. Вибрация. Инфразвук. Ультразвук
Электроопасность	ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

Микроклимат.

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005–88)

Период года	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая на рабочих местах				Оптимальная	Допустимая, не более	Оптимальная, не более	Допустимая, не более
		Верхняя		Нижняя					
		Пост.	Не пост.	Пост.	Не пост.				
Холодный	22 2- 24	225	226	221	118	40-60	75	0,1	0,1
Теплый	22 3- 25	228	330	222	220	40-60	70	0,1	0,1

Микроклимат производственных помещений поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

Уровень шума на рабочем месте.

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет приём и восприятие информации. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик оборудования для сварки изложены в ГОСТ 12.1.035–81. Шум на рабочих местах также может проникать извне через каналы вентиляции и проем двери из кабинета в коридор. Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

По характеру спектра в помещении присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов – электродвигатели в системе охлаждения. Для рабочих помещений административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещений для измерительных и аналитических работ уровень звука не должен превышать 99 дБ, 92 дБ, 86 дБ, 83 дБ, 80 дБ, 78 дБ, 76 дБ, 74 дБ, соответственно со среднегеометрическими частотами.

Уменьшение влияния данного фактора возможно путём:

- Изоляции источников шумов;
- Проведение акустической обработки помещения;

- Создание дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок.

Освещенность рабочей зоны.

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности при сварочных работах помещения составляет 200 лк (СНиП 23-05-2010).

Различают естественное и искусственное освещение.

Естественное – обуславливают световым потоком прямых солнечных лучей и диффузионным световым потоком прямых солнечных лучей и диффузионным светом неба, т.е. многократным отражением солнечных лучей от мельчайших взвешенных в атмосфере частиц пыли и воды.

Искусственное освещение осуществляется светильниками общего и местного освещения. Светильник состоит из источника искусственного освещения (лампы) и осветительной арматуры. Основными источниками искусственного освещения являются лампы накаливания и люминесцентные лампы.

Для освещения нашего цеха необходимо использовать, как правило, газоразрядные источники света: лампы ДРЛ, ДРИ; для освещения высоких цехов (до 4 м) большой площади - люминесцентные лампы. Допускается применение ламп накаливания. Для местного освещения рекомендуются светильники с непрозрачными отражателями, имеющими защитный угол $\geq 30^\circ$. Если светильники расположены ниже глаз сварщика, то защитный угол может быть в пределах 10... 30°.

При сварке внутри емкостей освещение осуществляется светильниками направленного света, установленными вне свариваемого объекта, или ручными переносными светильниками, оборудованными защитной сеткой. Освещенность в этих случаях должна быть ≥ 30 лк. При этом трансформатор для переносных светильников нужно устанавливать вне свариваемого объекта

с обязательным заземлением вторичной обмотки трансформатора. Не допускается применение автотрансформаторов.

Недостаточная освещенность может быть вызвана ошибочным расположением ламп в помещении, отсутствием окон в помещении, не правильным выбором количества осветительных приборов и не рациональной нагрузкой на них электрического тока. Данный фактор может стать причиной неадекватного восприятия человека технологического процесса, его утомления, а также вызвать пульсирующие головные боли.

Для производственных помещений, а также научно-технических лабораторий коэффициент пульсаций освещенности (Кп) должен быть не больше 10%. Согласно СН 245-63 коэффициент естественного освещения для наших сварочных и сборочно-сварочных работ должен быть не менее 1.5 % при боковом и 5 % при верхнем или комбинированном освещении.

В целях уменьшения пульсаций ламп, их включают в разные фазы трехфазной цепи, стабилизируют постоянство прохождения в них переменного напряжения. Но самым рациональным решением данного вредного фактора является изначально правильное расположение и подключение источников света в помещении, путем замеров освещенности, при помощи люксметра, и сравнения полученных результатов с нормативными документами.

Электрический ток.

Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79.

Основными причинами поражения электрическим током являются следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением установки должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей держателей электродов;

- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети установку.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками в соответствии с «Инструкцией по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках» различают:

- защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током;
- зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства.

В соответствии с приказом «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» к работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Целесообразно каждому работнику знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

Ультрафиолетовое излучение.

Нормы ультрафиолетового излучения контролируются СН 4557-88 Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях.

Нормативы распространяются на излучение, создаваемое источниками, имеющими температуру выше 2000 град. С (электрические дуги, плазма, расплавленный металл, кварцевое стекло и т.п.), люминесцентными источниками, используемыми в полиграфии, химическом и деревообрабатывающем производстве, сельском хозяйстве, при кино- и телесъемках, дефектоскопии и других отраслях производства, а также в здравоохранении.

Допустимая интенсивность облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более 0,2 кв. м и периода облучения до 5 минут, длительности пауз между ними не менее 30 минут и общей продолжительности воздействия за смену до 60 минут не должна превышать:

50,0 Вт/кв. м - для области УФ-А

0,05 Вт/кв. м - для области УФ-В

0,001 Вт/кв. м - для области УФ-С.

Допустимая интенсивность ультрафиолетового облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более 0,2 кв. м (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения 50% рабочей смены и длительности однократного облучения свыше 5 мин. и более не должна превышать:

10,0 Вт/кв. м - для области УФ-А

0,01 Вт/кв. м - для области УФ-В.

Излучение в области УФ-С при указанной продолжительности не допускается.

При использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук, не пропускающих излучение (спилк, кожа, ткани с пленочным покрытием и т.п.), допустимая интенсивность облучения в области УФ-В + УФ-С (200 - 315 нм) не должна превышать 1 Вт/кв. м.

В случае превышения допустимых интенсивностей облучения, должны быть предусмотрены мероприятия по уменьшению интенсивности излучения источника или защите рабочего места от облучения (экранирование), а также по дополнительной защите кожных покровов работающих.

5.5 Обоснование мероприятий по защите работника от действия опасных и вредных факторов

Сварщик должен работать в спецодежде и применять средства защиты, выдаваемые в соответствии с действующими отраслевыми нормами.

Сварщику выдаются согласно типовым нормам бесплатной выдачи специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты следующие средства индивидуальной защиты:

- Костюм для защиты от искр и брызг расплавленного металла;
- Ботинки кожаные с защитным подноском для защиты от повышенных температур, искр и брызг расплавленного металла или;
- Сапоги кожаные с защитным подноском для защиты от повышенных температур, искр и брызг расплавленного металла;
- Перчатки с полимерным или точечным покрытием;
- Перчатки для защиты от повышенных температур, искр и брызг расплавленного металла;
- Коврик диэлектрический;
- перчатки диэлектрические;
- Маска защитная термостойкая со светофильтром;
- Очки защитные;

- Средство индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее или изолирующее.

5.6 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Охрану природы можно представить как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов.

Загрязнители атмосферы поступают в воздух через вентиляционные выбросы, их концентрация относительно невелика, однако из-за огромных валовых выбросов через вентиляцию атмосфера получает большое количество загрязнения. Сварка в среде углекислого газа сопровождается образованием вредных аэрозолей (взвешенных в воздухе частиц окислов металлов, минералов, пыли и др.), паров и газов, которые выделяются в результате физико-химических процессов плавления и испарения составляющих компонентов покрытий электродов или сварочных флюсов, а также за счет рекомбинации защитных газов, используемых для сварки и резки металлов под действием высокой температуры источников тепла. При сварке в среде углекислого газа углеродистой стали электродами с толстыми покрытиями выделяется значительное количество аэрозоля, состоящего в основном из окислов железа, марганца, двуокиси кремния и фтористых соединений, а также газообразные окислы азота, озон и другие газы. Перед выбросом воздух помещений подвергается обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, что предотвращает атмосферу от загрязнения.

Таблица 20 – Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ, выделяющихся в воздух при сварке (по ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ)

Вещество	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³
Твердая составляющая сварочного аэрозоля	
Марганец	0,2
Оксид железа	6,0
Диоксид кремния	1,0
Оксид хрома (III)	1,0
Оксид хрома (IV)	0,01
Оксид цинка	6.0
Газовая составляющая сварочного аэрозоля	
Диоксид Азота	2,0
Оксид марганца	0,3
Озон	0,1
Оксид углерода	20,0
Фтористый водород	0,5-1,0

При механизированной сварке обрезки электродной проволоки сортируются и отправляются на переплавку для производства новых расходных материалов.

5.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относят: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации, и многое другое может приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

При написании дипломной работы самой опасной и возможной ЧС был выбран пожар в результате замыкания проводки и взрыва газовых баллонов. Углекислота – вещество негорючее, но при нагревании баллона происходит повышение давления, что может привести к взрыву.

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных его факторов и обеспечивается защита материальных ценностей.

Противопожарная защита – это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожаров.

Основные источники возникновения пожара:

- нарушения правил пожарной безопасности при обращении с открытыми источниками огня (электрогазосварочные работы, применение паяльных ламп и факелов для разогрева и т.д.);
- курение в запрещенных местах (цехах, складах, местах, где хранятся и используются горючие материалы, ЛВЖ, ГЖ);
- неисправность электрооборудования, электросетей и электроаппаратуры;
- нарушение правил эксплуатации оборудования и технологических процессов;
- нарушение правил хранения горючих, самовозгорающихся материалов, ЛВЖ и ГЖ;
- возникновение зарядов статического электричества;
- отсутствие надежных устройств молниезащиты;
- аварии;
- действия сил природы.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение сотрудников мерам ППБ;
- учебные мероприятия по эвакуации;
- обучение ответственного за пожарную безопасность;
- контроль за соблюдением требований ППБ.

Первичные средства пожаротушения в производственных помещениях:

- переносные и передвижные огнетушители;
- пожарные краны и средства обеспечения их использования;
- пожарный инвентарь;
- покрывала для изоляции очага возгорания;
- генераторные огнетушители аэрозольные переносные.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

С целью предотвращения пожаров необходимо:

Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.

Курить только в отведенных для курения местах.

Проверять уровень нормы газа аргона в помещении, проветривать помещение.

В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01», сотовый «010» пожарную службу.

Сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной площадке.

В производственных помещениях проходит большое количество проводов и большое количество электроприборов. Не правильная изоляция данных проводов, или отсутствие заземления может привести к поражению человека или к возникновению возгораний.

В целях безопасности в помещениях имеются рубильники для полного обесточивания помещения, а также изоляция проводов, защитное состояние сети и применение специальных защитных устройств (сетевые фильтры, автоматические выключатели). Осуществляется дистанционный контроль количества кислорода в окружающем воздухе с помощью автоматических или ручных приборов. Согласно нормам, в воздухе должно присутствовать не меньше 19 % кислорода.

5.8 Вывод по разделу

Целью раздела «Социальная ответственность» было рассмотрение характеристики объекта исследования и области его применения, и различных факторов, влияющих на рабочих, и окружающую среду.

В разделе производственная безопасность проведён анализ опасных и вредных факторов, оказывающих негативное действие на сварщика и представлены меры по снижению влияющих вредных факторов.

В разделе экологическая безопасность произведён анализ воздействия объекта на атмосферу и разработаны решения по обеспечению экологической безопасности.

В разделе безопасность в ЧС представлен перечень возможных ЧС на объекте, выбрана наиболее типичная ЧС для объекта, которой является пожар и как следствие взрыв газового баллона. Проведены разработки по превентивным мерам предупреждения ЧС в результате взрыва газового баллона.

Заключение

В результате выпускной квалификационной работы выполнено сравнение двух видов сварки, для данной конструкции и выбран самый экономический и производительный способ – механизированная сварка в среде углекислого газа. Подобран материал конструкции, сварочную проволоку и оборудование для данного процесса сварки.

Проведён расчёт режимов сварки и разработана технология по сборке и сварке металлической конструкции.

Составлен рациональный раскрой металла, описаны заготовительные, сборочные и сварочные процессы.

При соблюдении разработанных рекомендаций технологии сварки ожидается получение сварного соединения, обеспечивающее устойчивое и надёжное крепление коммерческих систем ультрафильтрации.

Общий бюджет при разработке технологии составил 287320 руб., на зарплату приходится 21,5 процент затрат. Расчет показал, что трудовые затраты и стоимость оборудования составляют основную часть от стоимости разработки и составляют 194,7 тыс. руб.

По произведенному анализу видим, что механизированная сварка в среде углекислого газа – является эффективным методом сварки стали 2кп и способна занять свое место на рынке за счёт своей производительности, простоте и экономии.

Список используемых источников

1. ГОСТ 8639-82. Трубы стальные квадратные. Сортамент.
2. СТО 70238424.27.100.013-2009. Водоподготовительные установки и водно-химический режим ТЭС. Условия создания. Нормы и требования
3. ГОСТ 23118-2012. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия.
4. СП 28.13330.2012. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.
5. ГОСТ 23616-79 (СТ СЭВ 4243-83). Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности
6. ГОСТ 8645-68 – Трубы стальные прямоугольные. Сортамент.
7. ГОСТ 13663-86 – Труба стальная профильная.
8. РД 34.15.132-96 – Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.
9. ГОСТ Р МЭК 60974-1-2012 – Оборудование для дуговой сварки. Источники сварочного тока.
10. ГОСТ 5264-80 – Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
11. ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
12. ГОСТ 30242-97 – Дефекты соединений при сварке металлов плавлением.
13. РД 03-606-03 - Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
14. ГОСТ 2.601-2013 – Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Эксплуатационные документы.
15. Лившиц Л.С. Металловедение для сварщиков / Л.С. Лившиц. - Москва: Машиностроение, 1979. С. 253

16. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной. - Москва: Академия 1997. – 315 с.
17. Покатаев Е. П. Расчёт режимов дуговой сварки: методические указания к курсовому и дипломному проекту для студентов специальности 0504. – Волгоград, Под ред. Л.Н. Головановой - 1987-18 с.
18. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. // Москва: Машиностроение 1974. – С. 456
19. Справочник по сварке. Под ред. инж. Е.В. Соколова. Том 1. Москва 1960-556с.
20. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки /Под. ред. А. И. Акулов - М. : Машиностроение, 1977.- 432 с.
21. Справочник по сварке. Под ред. Е.В. Соколова и др.-М.: Машиностроение, - 1961-664с.
22. Сварка в машиностроении: справочник в 4-х т. Ред. Кол.: Г.А. Николаев и др.-М.: Машиностроение, 1978-Т2/ Под ред. Н.А. Ольшанского - 1978-504 с.
23. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением //Ленинград: Машиностроение 1987. – С. 230.
24. Рыбаков В. М. Дуговая и газовая сварка .- М. : Высшая школа, 1988. – 208с.
25. А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз – 1962.
26. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
27. СН 4557-88 Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях
28. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
29. СанПиН 2.2.4.3359-16. Шум. Вибрация. Инфразвук. Ультразвук.

30. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

31. ГОСТ 12.0.004-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения.

32. Федеральный закон от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ (ред. от 01.04.2020) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».

33. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019).

34. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

35. ГОСТ 12.1.002-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.

36. РД 153-34.0-03.301-00 (ВППБ 01-02-95*). Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий.

Приложение А

				ФЮРА.02190.1В1111	5	1
		ФГАОУ ВПО НИ ТПУ			ФЮРА.60190.001	
Сборка и сварка рамы из профильной трубы					у	
<p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</p> <p>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования</p> <p>НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>СОГЛАСОВАЛ</p> <p>Доцент ОЭИ</p> <p>_____Першина А.А.</p> <p>30.04.2020 г.</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>УТВЕРДИЛ</p> <p>Доцент ОЭИ</p> <p>_____Першина А.А.</p> <p>30.04.2020 г.</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ</p> <p style="text-align: center;">по разработке технологии сборки и сварке коммерческих систем ультрафильтрации</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>КОНТРОЛИРОВАЛ</p> <p>Доцент ОЭИ</p> <p>_____Першина А.А.</p> <p>30.04.2020 г.</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>РАЗРАБОТАЛ</p> <p>Студент</p> <p>_____Моллер Д. А.</p> <p>30.04.2020 г.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <p>АКТ. № 11-03 от 30.04.2020 г.</p> <p>РД 34.15.132-96</p> </div>						
ТЛ	Титульный лист					

										ФЮРА.02190.1В61111		2	5			
Разраб.	Моллер Д. А.				09.02.20	ТПУ					ФЮРА.60190.002					
Проверил.	Першина А. А.				09.03.20											
Н.контр.		Першина А. А.				#####	Сборка и сварка рамы из профильной трубы					у				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции		Обозначение документа									
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.	
A01	01	01	01	005	Разметка		ГОСТ 32931-2015, НИП №1									
B02	Кондуктор					3	18466	3	Н	1	1					
К/М03	Профильная труба, 40х40х2					ГОСТ 8639-82										
O04	Разметить все заготовки согласно карте эскизов ФЮРА.20190.001															
T05	Линейка, мел															
A06	01	01	02	010	Резка		ГОСТ 21963-2002, НИП №1									
B07	Угловая шлифовальная машина					3	11618	4	Н	1	1					
К/М08	Профильная труба, 40х40х2					ГОСТ 8639-82										
O09	Отрезать заготовки с помощью УШМ согласно карте эскизов ФЮРА.20190.002															
T10	Отрезной круг															
A11	01	03	03	015	Обработка		ГОСТ 23505-79, НИП №1									
B12	Угловая шлифовальная машина					3	18466	3	Н	1	1					
К/М13	Заготовки из профильной трубы, 40х40х2					ГОСТ 8639-82										
O14	Осуществить обработку и шлифовку заготовок согласно карте эскизов ФЮРА.20190.002, зачистить щёткой торцы на 10-15 мм.															
T15	Шлифовальный круг, металлическая щётка															
OK		Операционная карта													60	

													ФЮРА.02190.00111				5		
																ФЮРА		ФЮРА.60190.003	
A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа									
B	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
K/M	Наименование детали,об. единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.				
PC1	ПС	НП	DC	lc	lз	Пл	U	I	Vc	Vn	qoz	qdz	qk	Tu	Tn				
A16	1	4	5	020	Сборка					ГОСТ 14771-76, НИП №1									
B17	Кондуктор					3	11620	4	Н	1	1								
18	Сварочный аппарат AURORA ULTIMATE 350					3	11620	4	Н	1	1								
19	Открытый механизм подачи проволоки					3	11620	4	Н	1	1								
K/M20	Заготовки из профильной трубы, 40x40x2					ГОСТ 8639-82													
21	Сварочная проволока Св-08, 0,8 мм					ГОСТ 2246-70					2								
O22	Осуществить сборку заготовок и прихватки шириной 5 мм согласно карте эскизов ФЮРА.20190.003, зачистить шлак																		
P23	H1	1			15	O	22-26 В	100-120 А	14-17 м/ч		12-15								
T24	Транспортир, УШС-1, металлическая щётка, зубило																		
A25	1	4	5	025	Сварка					ГОСТ 14771-76, НИП №1									
B26	Сварочный аппарат AURORA ULTIMATE 350					3	11620	4	Н	1	1								
27	Открытый механизм подачи проволоки					3	11620	4	Н	1	1								
K/M28	Заготовки из профильной трубы, 40x40x2					ГОСТ 8639-82					1			2					
29	Сварочная проволока Св-08, 0,8 мм					ГОСТ 2246-70					2								
O30	Осуществить сварку заготовок согласно карте эскизов ФЮРА.20190.004, обеспечить заварку кратера, зачистить швы от шлака и грязи																		
P31	H1	1			15	O	22-26 В	100-120 А	14-17 м/ч		12-15								
T32	УШС-1, металлическая щётка, молоток, зубило																		
OK		Операционная карта														60			

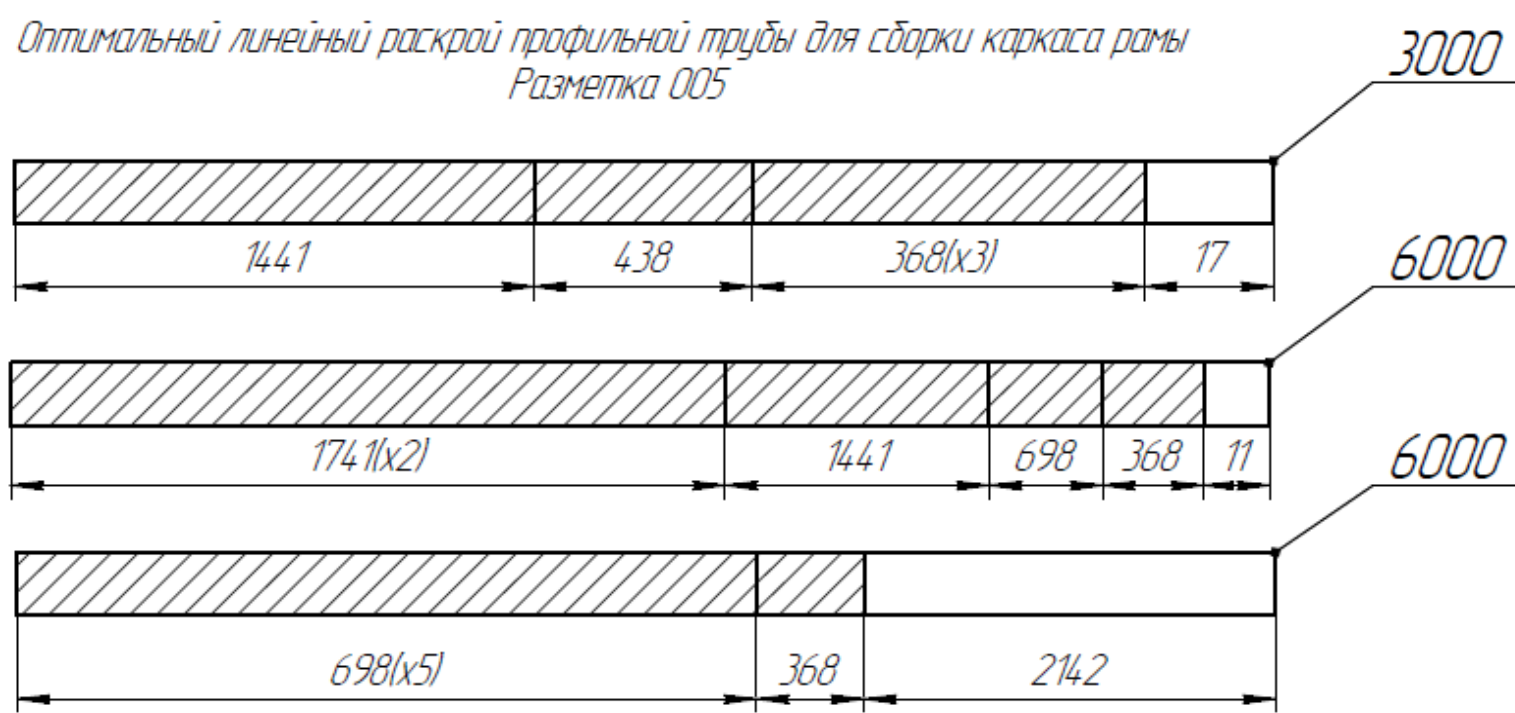
										ФЮРА.02190.00111		5				
												ФЮРА.60190.004				
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа						
B	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпа	Тшт.
K/M	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.	
A33	1	2	2	030	Сборка					ГОСТ 14771-76, НИП №1						
B34	Кондуктор					3	11620	4	Н	1	1					
35	Сварочный аппарат AURORA ULTIMATE 350					3	11620	4	Н	1	1					
36	Открытый механизм подачи проволоки					3	11620	4	Н	1	1					
K/M37	Заготовки из профильной трубы, 40х40х2					ГОСТ 8639-82										
38	Сварочная проволока Св-08, 0,8 мм					ГОСТ 2246-70					2					
O39	Осуществить сборку двух частей сварной рамы из операции (номер) и зафиксировать их прихватками шириной 5 мм согласно															
40	карте эскизов ФЮРА.20190.005, зачистит прихватки от шлака и грязи															
P41	H1	1			15	O	22-26 В	100-120 А	14-17 м/ч		12-15					
T42	УШС-1, металлическая щётка, зубило, молоток															
A43	1	4	5	035	Сварка					ГОСТ 14771-76, НИП №1						
B44	Сварочный аппарат AURORA ULTIMATE 350					3	11620	4	Н	1	1					
45	Открытый механизм подачи проволоки					3	11620	4	Н	1	1					
K/M46	Заготовки из профильной трубы, 40х40х2					ГОСТ 8639-82					1			2		
47	Сварочная проволока Св-08, 0,8 мм					ГОСТ 2246-70					2					
O48	Осуществить сварку заготовок согласно карте эскизов ФЮРА.20190.005, обеспечить заварку кратера, зачистить швы от шлака															
P49	H1	1			15	O	22-26 В	100-120 А	14-17 м/ч		12-15					
T50	УШС-1, металлическая щётка, молоток, зубило															
OK		Операционная карта														60



										ФЮРА.02190.00111			5				
														ФЮРА.60190.005			
A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа							
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
A51	1	2	2	040	ВИК					ГОСТ Р ИСО 17637-2014, ГОСТ 14771-76, НИП №1							
B53	Сварочный стол					4	11620	4	Н	1	1						
K/M54	Сварная рама из профильной трубы					ГОСТ 5781-82					2						
O55	Произвести ВИК готовой сварной конструкции согласно ГОСТ Р ИСО 17637-2014 и ГОСТ 14771-76.																
T56	Лупа, линейка, УШС-1																

Приложение Б

				ФЮРА.02190.1B61111		1	5	
Разработ	Моллер Д. А.	20.02.2020	ТПУ			ФЮРА.20190.001		
Проверил	Лерина А. А.	20.02.2020						
Н. контр.	Лерина А. А.	20.02.2020	Рама для коммерческих систем ультрафильтрации				У	

Оптимальный линейный раскрой профильной трубы для сборки каркаса рамы
Разметка 005

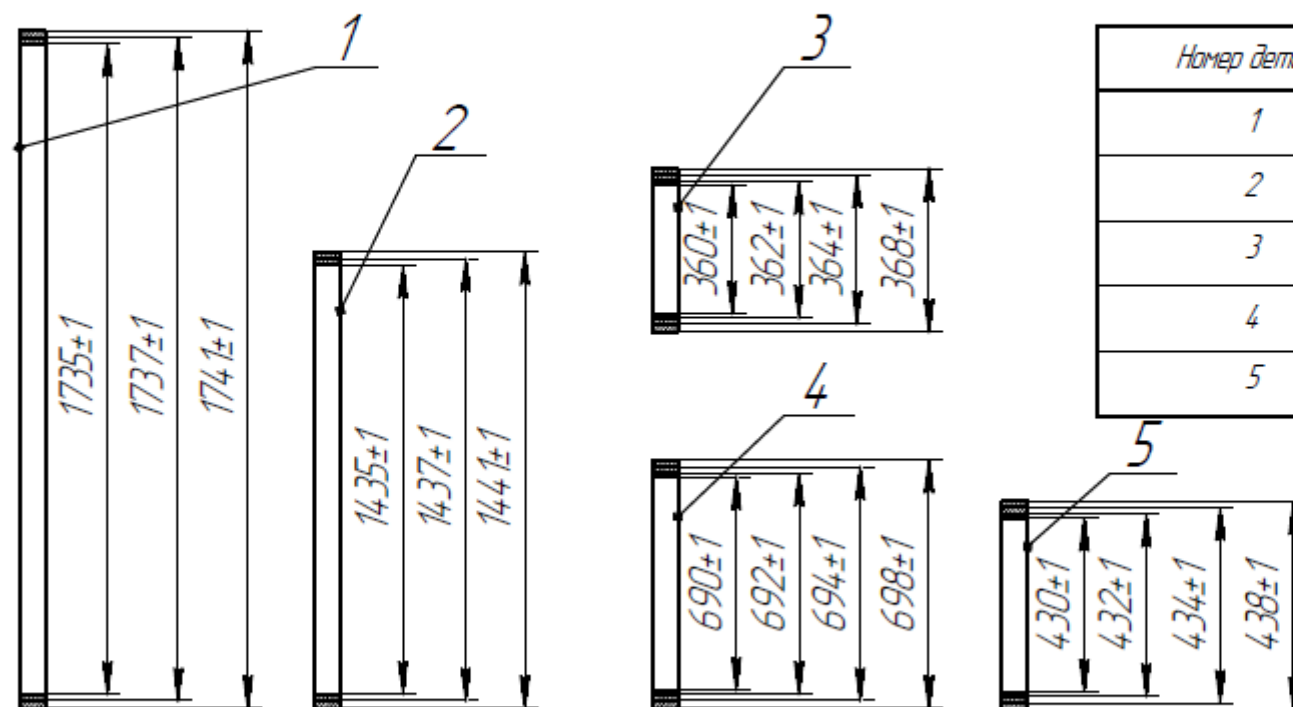


Примечание: для оптимального раскроя понадобится 3 проката профиля трубы 40x40x2 (два длиной 6 метра и один длиной 3 метра). При таком раскрое общая польза металла получается 85,53%, следовательно отходов получается 14,47% (2170 мм). Всего точек разреза – 16. Данный раскрой является самым оптимальным.  – Отходы  – Полезный металл

КЭ	20
----	----

				ФЮРА.02190.1861111		2	5
Разработчик	Моллер Д. А.		20.02.2020	ТПУ			ФЮРА.20190.002
Проверил	Першина А. А.		20.02.2020				
Н. контр.	Першина А. А.		20.02.2020	Рама для коммерческих систем ультрафильтрации			У

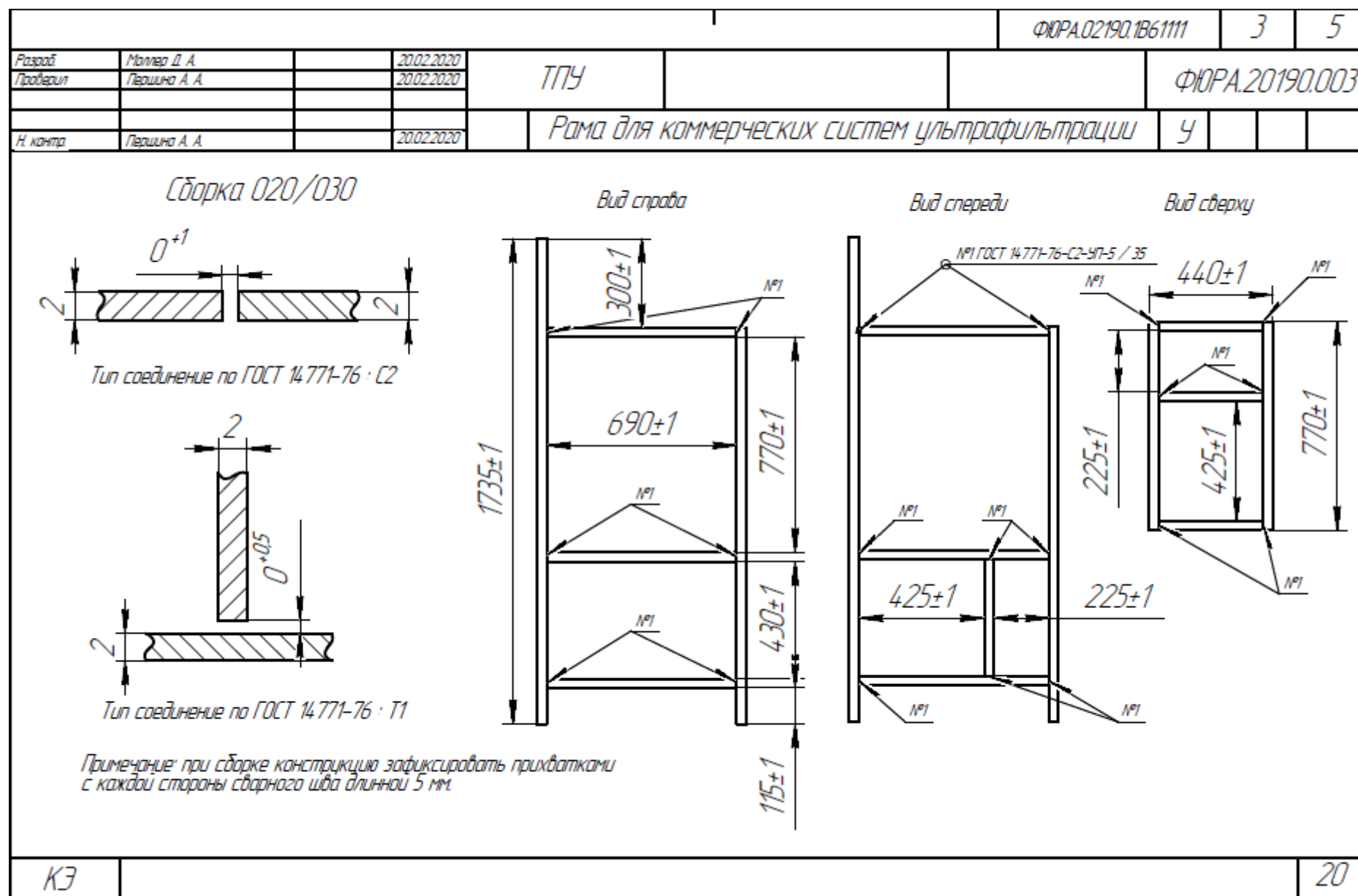
Резка Ø10/Обработка Ø15



Номер детали	Количество
1	2
2	2
3	5
4	6
5	1

Раскрой профильной трубы для сборки каркаса рамы с припусками на механическую резку болгаркой, шлифование и усадку при сварке

КЭ	20
----	----



				ФЮРА.02190.1Б61111		4	5
Разработ	Моллер Д. А.	20.02.2020	ТПУ			ФЮРА.20190.004	
Проверил	Лершина А. А.	20.02.2020					
Н. контр.	Лершина А. А.	20.02.2020	Рама для коммерческих систем ультрафильтрации		У		

Сварка 025/035

Тип соединения по ГОСТ 14771-76 : С2

Тип соединения по ГОСТ 14771-76 : Т1

Вид справа

Вид слева

Вид спереди

Примечание: сварные швы следует выполнять в заданной последовательности:
А, Б, В, Г... Ш - последовательность выполнения узлов

КЭ

20

				ФЮРА.02190.1B61111		5	5
Разработ	Моллер Д. А.	20.02.2020	ТПУ				
Проверил	Лавшина А. А.	20.02.2020	ФЮРА.20190.005				
И. контр.	Лавшина А. А.	20.02.2020	Рама для коммерческих систем ультрафильтрации			У	

Сварная конструкция содержит 24 сварочных узла. 22 узла одного вида и 2 другого.
Отличия узлов будут разобраны на примере узла А и Б

Примечание: сварку выполнить напроход.
Осуществить полную заварку кратера

А

Б

Режимы сварки	
Диаметр проволоки	0,8 мм
Положение сварки	Нижнее
Полярность	Обратная
Вылет электрода	15-20 мм
Сварочный ток	100-120 А
Сварочное напряжение	22-26 В
Скорость сварки	14-17 м/ч

КЭ		20
----	--	----